

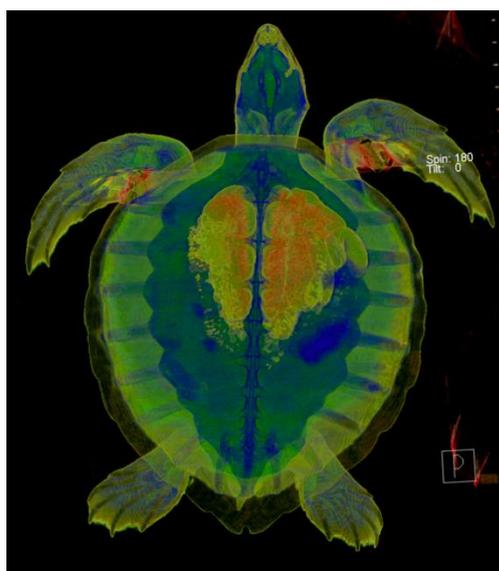


UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY



Estudio anatómico utilizando técnicas imagenológicas de la tortuga verde (*Chelonia mydas* Linnaeus, 1758)

M^a Victoria Sorriba Burgos



Tutor: Dr. William Pérez
PEDECIBA Biología
Subárea Zoología
2022

Montevideo – Uruguay

Tesis de Maestría presentada al programa de posgrado en PEDECIBA Universidad de la República como parte de los requisitos necesarios para la obtención del título de Magister en Biología.

INTEGRANTES DEL TRIBUNAL DE
DEFENSA DE TESIS

Lic. MSc., PhD. Richard Fariña
Prof. Agdo. Departamento de Paleontología
Facultad de Ciencias
Universidad de la República

DMTV, MSc., PhD. Juan Pablo Damián
Prof. Agdo. Departamento de Biociencias Veterinarias
Facultad de Veterinaria
Universidad de la República

Lic. MSc., PhD. Gabriela Vélez Rubio
Asistente Sección Oceanografía y Ecología marina
IECA Facultad de Ciencias
Universidad de la República

AGRADECIMIENTOS.

En primer lugar a mi familia, a Fernando mi compañero de toda la vida que sin su apoyo permanente e incondicional, no hubiera sido posible obtener tantos logros a lo largo de mi carrera. Nada habría sido posible sin él.

A mis hijos, Vicente y Federica por su cariño, aceptar mis ausencias y nunca reclamar.

A mis compañeros de imagen, Guillermo y Sergio, por tantos años compartidos y a David y Flavia por los años que vendrán. A Sergio Klisich por ser parte importante de lo que soy, por todos sus consejos.

A mis compañeras y amigas de Diga Guau, Negra, Xime y Vanne por el apoyo, aguante y sobre todo su compañía día a día.

A William mi tutor, por animarse a embarcarse en esta nueva especie y no decir que no, nunca.

Muy especialmente a la organización Karumbé, en especial a Virginia Ferrando y a todos sus voluntarios, que desinteresadamente hacen tanto por cuidar, rehabilitar y devolver al mar a las tortugas marinas y que sin su ayuda no hubiera sido posible realizar este trabajo.

A Gabriela Vélez Rubio, por el apoyo, sus correcciones y compartir su conocimiento sobre esta especie.

A Richard Fariña, por las correcciones y valiosas sugerencias para mejorar este trabajo.

A Juan Pablo Damián por aceptar el desafío de ser parte del tribunal y sus correcciones.

Esta tesis se la quiero dedicar especialmente a todas las tortugas marinas que fueron parte del trabajo, que aunque breve fue el contacto con ellas, contribuyeron al conocimiento para permitirnos ayudarlas, y así poder contrarrestar mínimamente el enorme daño que los humanos les causamos.

RESUMEN

Las publicaciones sobre la tortuga verde (*Chelonia mydas*) se refieren en su mayoría a la biología, ecología e impacto de la actividad antropogénica en sus poblaciones y hábitats. La medicina clínica de estos animales es un gran desafío debido al desconocimiento de la anatomía normal y de la fisiología de las tortugas marinas y de otras especies de reptiles. Por lo tanto, es necesario generar información científica de la anatomía de la tortuga verde mediante el empleo de imagenología (radiología, ultrasonografía, tomografía computarizada y resonancia magnética) para ser utilizada en la clínica de estos animales. Actualmente las técnicas imagenológicas más utilizadas en la medicina veterinaria son la radiografía y la ecografía. Estas técnicas proporcionan una excelente visión de las estructuras, órganos internos y externos y no son invasivas. A pesar de que la tomografía computada y la resonancia magnética se limitan a instalaciones especializadas, su uso es fundamental cuando se estudia a las especies en peligro de extinción como la tortuga marina, debido a la calidad de imagen proporcionada por estas técnicas. El objetivo de la tesis fue contribuir mediante estudios imagenológicos al conocimiento de la anatomía normal de la tortuga verde. Para ello se utilizaron 49 tortugas verdes juveniles (con largo curvo del caparazón (LCC) = 30 a 46 cm) vivas y ocho muertas, procedentes de la ONG Karumbé. Los animales vivos fueron trasladados a las instalaciones de la Facultad de Veterinaria-Udelar (Servicio de Imagenología del Hospital de Veterinaria) donde fueron realizados estudios radiológicos y ecográficos. Se realizó un estudio de tomografía computada a un ejemplar muerto de tortuga verde con el fin de generar reconstrucciones volumétricas para utilizarlo en la comparación anatómica. Los animales muertos se mantuvieron en freezer y se procedió a su disección en la Unidad de Anatomía de la Facultad de Veterinaria-Udelar. Los datos anatómicos del esqueleto y las vísceras de la cavidad celómica encontrados en el presente estudio son similares a los que se describen en estudios de otras tortugas marinas por ejemplo la cabezona y difieren en comparación a tortugas terrestres. Mediante la radiografía se pudo describir la estructura ósea y proporcionar condiciones comparables para una mejor comprensión de la anatomía. Se requieren más de una incidencia para resolver el problema de la superposición de las estructuras. Se puede evaluar además el

correcto posicionamiento normal de la anatomía esquelética y proporciona una valiosa información para explorar tráquea, bronquios y campos pulmonares, revelando posición normal, estado de aireación y simetrías. Con la ecografía se proporcionó una técnica dinámica de exploración donde se pudo evaluar gran parte de la cavidad celómica en tiempo real, proporcionando no solo datos de la morfología, tamaño, alteraciones y situación de los órganos, sino también frecuencia cardíaca y motilidad intestinal. Ambos métodos de obtención de imágenes (radiografía y ecografía) resultan accesibles y recomendables para la exploración de animales que se encuentren bajo observación en búsqueda de posibles alteraciones que afecten su salud. La información obtenida en este trabajo servirá como herramienta diagnóstica en los procesos de rehabilitación de individuos que lleguen a centros de cuidado, puesto que aportará referencias normales de la anatomía de ejemplares juveniles de tortuga verde.

SUMMARY

Publications on green turtle (*Chelonia mydas*) refer mostly to the biology, ecology and impact of anthropogenic activity on their populations and habitats. Clinical medicine of these animals is a great challenge due to the lack of knowledge of the normal anatomy and physiology of marine turtles and other reptile species. There is a need to generate scientific information on anatomy and imaging (radiology, ultrasonography, computed tomography and magnetic resonance imaging) to be used in the clinical care of these animals. Currently, the most used imaging techniques in veterinary medicine are radiography and ultrasonography. These techniques provide an excellent view of structures, internal and external organs and are non-invasive. Although computed tomography and magnetic resonance imaging are limited to specialized facilities, their use is essential when studying endangered species such as sea turtles, due to the image quality provided by these techniques. The aim of the thesis was to contribute through imaging studies to the knowledge of the anatomy of the green turtle in order to be able to recognize pathologies that frequently affect these animals. For this purpose, 49 live and eight dead juvenile green turtles (size range, curved carapace length (LCC) = 30 to 46 cm) from the ONG Karumbé were used. The live animals were

transferred to the facilities of the Facultad de Veterinaria-Udelar (Imaging Service of the Veterinary Hospital) where radiological and ultrasound studies were carried out. A computed tomography study was performed on a dead green turtle specimen in order to generate volumetric reconstructions to be used for anatomical comparison. The dead animals were kept in a freezer and dissected at the Anatomy Unit of the Faculty of Veterinary Medicine-Udelar. The anatomical data found in the present study are similar to those described in studies of other sea turtles and differ in comparison to land turtles. Radiography was able to describe the bone structure and provide comparable conditions for a better understanding of the anatomy. More than one incidence is required to solve the problem of overlapping structures. In addition, the correct normal positioning of the skeletal anatomy can be assessed by this technique. It provides valuable information to explore the trachea, bronchi, and lung fields, revealing normal position, aeration status, and symmetries. Ultrasonography provided a dynamic scanning technique where a large part of the coelomic cavity can be assessed in real-time, providing not only data on morphology, size, alterations, and location of organs, but also heart rate and intestinal motility. Both imaging methods are accessible and recommendable for the exploration of animals under observation in search of possible alterations affecting their health. The information obtained in this work will serve as a tool in the rehabilitation of individuals arriving at care centers, as it will provide normal references of the anatomy of juvenile green turtles. It is hoped that other tomographic studies will be carried out in the future to expand the information on the anatomy of this species.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	5
SUMMARY	6
ÍNDICE DE CONTENIDOS	8
1. INTRODUCCIÓN	10
1.1 Antecedentes	10
1.2 Taxonomía	12
1.3 Generalidades	13
1.4 Anatomía	15
1.4.1 Terminología	17
1.4.2 Sistema óseo	18
1.4.3 Cavidad celómica	21
1.4.3.1 Sistema circulatorio	21
1.4.3.2 Tracto gastrointestinal y estructuras relacionadas	22
1.4.3.3 Glándulas anexas	23
1.4.3.4 Vejiga urinaria y riñones	23
1.4.3.5 Sistema respiratorio	24
1.5 Patologías	24
1.6 Técnicas de diagnóstico por imagen	26
1.6.1 Radiografía	26
1.6.2 Ecografía	27
2. HIPÓTESIS	29
3. OBJETIVOS	29
3.1 Objetivo general	29
3.2 Objetivos específicos	29
4. MATERIALES Y MÉTODOS	30
5. RESULTADOS	34
5.1 Radiografía	34
5.1.1 Descripción general	34
5.1.2 Cráneo	34
5.1.3 Columna vertebral	35
5.1.4 Pelvis	36
5.1.5 Caparazón	37
5.1.6 Plastrón	38
5.1.7 Cintura escapular	40
5.1.8 Miembros	41
5.1.9 Sistema respiratorio	45
5.2 Ecografía	49
5.2.1 Vejiga	50
5.2.2 Riñones	50

5.2.3	Colon.....	52
5.2.4	Intestino delgado.....	52
5.2.5	Estómago.....	53
5.2.6	Hígado.....	54
5.2.7	Bazo.....	55
5.2.8	Corazón.....	56
6.	DISCUSIÓN	58
6.1	Radiografía.....	58
6.1.1	Sistema esquelético.....	58
6.1.2	Pulmones.....	62
6.2	Ecografía.....	64
6.2.1	Vísceras.....	66
7.	CONCLUSIONES	70
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Las publicaciones referidas a la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en nuestro país se refieren en su mayoría a la biología, ecología e impacto de la actividad antropogénica en las agregaciones de esta especie. Entre los que se destacan autores como López- Mendilaharsu, Vélez-Rubio, Lezama, Estrades, entre otros, siendo escasa la información en cuanto a la anatomía, patologías y afecciones de la tortuga verde.

La creciente actividad humana ha causado amenazas constantes hacia la vida silvestre. Los accidentes ocasionados por derrames de petróleo, enredos por artes de pesca y daños ocasionados por barcos, ocasionan la pérdida de los hábitats naturales, haciendo que los animales marinos se encuentren amenazados en todo el mundo (Maneyro et al., 2019).

En nuestro país, hace más de dos décadas la Asociación Civil Karumbé se dedica a la investigación, conservación y rehabilitación de varias especies de tortugas marinas encontradas en nuestras costas. Los ejemplares encontrados con vida son transportados a los centros de rehabilitación donde son estudiadas y tratadas, para luego ser reintroducidas en su hábitat natural (<http://www.karumbe.org/>).

Para el desarrollo de programas de conservación, es fundamental el conocimiento del estado de salud y de las distintas enfermedades que afectan a las tortugas marinas. Aquellos estudios que se enfoquen en describir los patrones de enfermedad que afectan a estas poblaciones y aquellos agentes infecciosos como los fúngicos, bacterianos o virales, que puedan ocasionar la muerte serán muy importantes (Eckert, 1999).

Para los veterinarios, la medicina de quelonios representa un gran desafío. La particular anatomía y fisiología de las tortugas es poco conocida y un examen clínico de rutina no brindaría información sobre su estado de salud (MacArthur et al., 2004).

Debido al desconocimiento de la anatomía normal de tortugas marinas y de otras especies de reptiles es necesario que se generen bases de datos para ser utilizadas en radiología, ultrasonografía, tomografía computarizada y resonancia

magnética, y proporcionar referencias para la interpretación de imágenes y referencias futuras (Schumacher, 2001). Actualmente las técnicas imagenológicas más utilizadas en la medicina veterinaria son la radiografía y la ecografía. Estas técnicas proporcionan una excelente visión de las estructuras, órganos internos y externos y no son invasivas. A pesar de que la tomografía computada y la resonancia magnética se limitan a instalaciones especializadas, su uso es fundamental cuando se estudia a las especies en peligro de extinción como la tortuga marina, debido a alta calidad de imagen proporcionada por estas técnicas (Valente, 2007). Cuando se estudia mediante una técnica de imagen una especie desconocida en particular, es necesario el conocimiento de la anatomía y de su fisiología normal, siendo una referencia valiosa la comparación con animales sanos de la misma especie (Schumacher, 2001).

1.2 Taxonomía (Benton MJ., 2015)

Reptilia (=Sauropsida)

†Parareptilia

Eureptilia

†Captorhinidae

Diapsida

†Araeoscelidia

Neodiapsida

†Drepanosauromorpha (ubicación incierta)

†Younginiformes

†Ichthyosauromorpha (ubicación incierta)

†Thalattosauria (ubicación incierta)

Sauria

Lepidosauromorpha

Lepidosauriformes

Rhynchocephalia

Squamata

†Choristodera (ubicación incierta)

†Sauropterygia (ubicación incierta)

Pantestudines (ubicación incierta)

Archosauromorpha

Phylum Chordata

Subphylum Vertebrata

Superclase Tetrapoda

Clase Reptilia

Subclase Anapsida

Orden Testudines (Linnaeus 1766)

Suborden Cryptodira (Gray 1825)

Superfamilia Chelonioidae

Familia Cheloniidae

Chelonia mydas (Linnaeus 1758) tortuga verde.

1.3 Generalidades

Las tortugas marinas más antiguas conocidas datan del Cretácico y pertenecían al grupo de animales de cuello retráctil, al cual pertenece la mayoría de las tortugas de la actualidad. Este grupo comprendía muchas familias, la mayoría de las cuales se habían extinguido a principios del período Cretácico. Los registros fósiles de quelonios antes del Cretácico tardío son escasos, dentro de estos, los primeros que se registraron fueron encontrados en Dakota del Sur, E.U.A. y pertenecieron a la tortuga marina *Archelon ischyros* (Wieland, 1896). Un estudio más reciente realizado por Li et al. (2008) relata el caso de un ejemplar (*Odontochelys semitestacea*) encontrado en China que data de hace 200 millones de años con un plastrón ventral completamente desarrollado, pero solo con placas neurales formando el caparazón, demostrando que el plastrón evolucionó antes que el caparazón y que probablemente las primeras tortugas fueron terrestres.

En la actualidad hay representantes de dos familias de tortugas marinas, la primera Dermochelyidae, representada únicamente por la tortuga siete quillas o laúd (*Dermochelys coriacea*). La segunda familia, Cheloniidae con seis representantes; la tortuga verde (*Chelonia mydas*), la tortuga cabezona (*Caretta caretta*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), la tortuga Kempí (*Lepidochelys kempíi*), la tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea*) y la tortuga aplanada (*Natator depressus*) (Perrine, 2003).

Uruguay forma parte de una región donde se registra una importante actividad de varias especies de tortugas marinas. Cinco especies fueron citadas para aguas uruguayas, tortuga verde, tortuga cabezona, olivácea, las siete quillas y tortuga carey (Vélez-Rubio et al., 2013).

La tortuga verde es la más grande de la familia Cheloniidae y es debido al color de su grasa, que se denomina de esa manera. El caparazón tiene forma ovalada con cinco escudos centrales y cuatro pares de escudos costales, por lo cual se las puede diferenciar fácilmente de las tortugas cabezona y tortuga olivácea, las cuales tienen cinco escudos costales. También se diferencia porque los escudos marginales no son aserrados y porque la cabeza no presenta un pico, sino que es

más chata, con la mandíbula aserrada. El color del caparazón de la tortuga verde varía en tonalidades, que van desde el verde pálido hasta el verde oscuro o casi un amarillo, pero cuando son jóvenes son de color café oscuro o verde oliva (Díaz, 2020).

Esta especie es un reptil de comportamiento migratorio con un ciclo de vida complejo que incluye cambios de hábitat. Presenta una amplia distribución global en aguas tropicales y subtropicales de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico (Prichard, 1997). En Uruguay se encuentran registros históricos en todos los departamentos costeros, pero con mayor presencia en los departamentos de Canelones, Maldonado y Rocha (Vélez-Rubio et al., 2013). Se ha descrito que las tortugas verdes jóvenes ocupan hábitats pelágicos de mar abierto, quizás en asociación con balsas de sargazo en algunas áreas, después de abandonar la playa de anidación. Se supone que son omnívoros con una fuerte tendencia carnívora durante sus primeros años de vida, cambiando a una dieta herbívora en su etapa adulta (Bjørndal, 1997). En aguas uruguayas las tortugas verdes inmaduras desarrollan un cambio de dieta rápido, pero no abrupto, cambiando de una alimentación epipelágica omnívora a una dieta principalmente herbívora. En esta etapa, se alimentan casi exclusivamente de macroalgas marinas, cuando alcanzan tallas superiores a 45 cm de largo curvo de caparazón (Vélez-Rubio et al., 2016).

El tamaño de las tortugas está relacionado con las dimensiones del caparazón, tanto el largo curvo del caparazón (LCC) como el ancho del caparazón (AC) son consideradas medidas confiables (Wyneken, 2001). Los informes disponibles de la talla de maduración son de los ejemplares hembras, la cual se obtiene cuando salen del agua para su anidación. Aunque el tamaño medio de las hembras muestra amplias variaciones de un lugar a otro, las más grandes registradas median 111,6 cm de LCC y el mayor peso registrado fue 186 kg. Las más pequeñas median 81,2 cm de LCC y alcanzaban 89,8 kg. En general, los machos son más pequeños que las hembras. En los quelonios, las serpientes y los cocodrilos, las epífisis nunca se sueldan, por lo que nunca alcanzan un estado de madurez esquelética. Por lo tanto, continúan creciendo a lo largo de toda su vida (O'Malley, 2007).

Los ejemplares que se encuentran en Uruguay suelen ser juveniles, promediando los 40 cm con rangos entre 28 y 70 cm (López-Mendilaharsu et al., 2016). A medida que estas tortugas se acercan a la madurez, dejan los hábitats de desarrollo y se trasladan a hábitats de adultos residentes y de reproducción (Musick y Limpus, 1997).

1.4 Anatomía

Las tortugas marinas presentan una morfología altamente especializada, con muchas adaptaciones para la vida en el mar. Estas especies comparten algunas características que hacen a su eficiencia hidrodinámica, como miembros en formas de remos y una reducción en la cantidad de material óseo del caparazón (Eckert, 1999). Las adaptaciones fisiológicas, anatómicas y conductuales permitieron a las tortugas marinas habitar tanto en ambientes marinos como estuarinos (Musick y Limpus, 1997).

Las tortugas marinas se diferencian de otros reptiles por presentar su cuerpo cubierto por una estructura rígida, convexa, que se denomina caparazón. Esta estructura se encuentra recubierta de una capa protectora de tejido queratinizado formando escamas o escudos que las protegen de variaciones climáticas y presiones ambientales. La zona ventral semi rígida se denomina plastrón (Baptistotte, 2007) (figura 1).

Una de las estructuras utilizadas para la identificación de las especies de tortugas marinas son las escamas ubicadas en la cabeza, la forma de las mandíbulas, el número de uñas de las extremidades y la cantidad y disposición de las placas que forman el caparazón (Wyneken, 2001). La tortuga verde se diferencia de la mayoría de las tortugas marinas al tener un par de escamas prefrontales y no cuatro (figura 2), ubicadas en frente de sus ojos y cuatro escamas postero orbitales (Díaz, 2020). Los escudos del caparazón se disponen en líneas simétricas y se denominan: nucal ubicado cercano a la cabeza (figura 1A, A), los centrales son denominados, escudos vertebrales (figura 1A, B1 a B4), lateralmente se denominan escudos costales o laterales (figura 1A, C1 a C4) y los que se ubican en la porción periférica o en el borde del caparazón se denominan

escudos marginales (figura 1A, D). El último escudo ubicado sobre la cola es denominado supracaudal (figura 1A, B5). Los escudos del plastrón ubicados en la región ventral se denominan intergular (figura 1B, F), gular (figura 1B, E1), humeral (figura 1B, E2), pectoral (figura 1B, E3), abdominal (figura 1B, E4), femoral (figura 1B, E5) y anal (figura 1B, E6). Los ubicados entre el plastrón y el caparazón se denominan inframarginales (figura 1B, H1 A H5) (Wyneken, 2001; Baptistotte, 2007).

Los escudos, además de ser una característica para diferenciar las especies, son utilizados como zonas de referencia para topografiar las estructuras internas. En la región craneal sobresale la cabeza junto con su cuello no retráctil. Los miembros, que también sobresalen del caparazón, poseen cinco dedos, es decir, son pentadáctilos (Gerosa y Aureggi, 2005). Debido a que las tortugas marinas no pueden retraer su cuello ni las extremidades hacia el interior del caparazón, estas no se pueden esconder dentro de su caparazón cuando se sienten en peligro, como lo hacen la mayoría de las tortugas terrestres o de agua dulce (Lara-Uc, 2015).

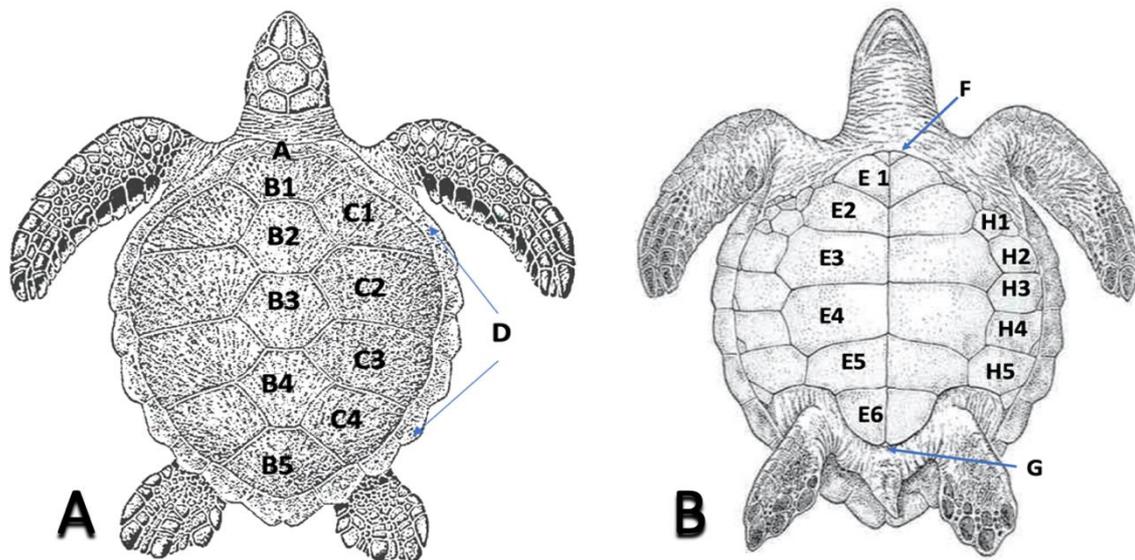


Figura 1

Esquema de placas dorsales del caparazón y ventrales del plastrón.

A) vista dorsal. Placas del caparazón, A) nucal, B1a B4) vertebrales, B5) supra caudal, C1 a C4) costales, D) marginales, **B)** vista ventral. Placas del plastrón, E1) gular, F) intergular, E2) humeral, E3) pectoral, E4) abdominal, E5) femoral, E6) anal, H) inframarginales.

(Adaptado de © IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group)

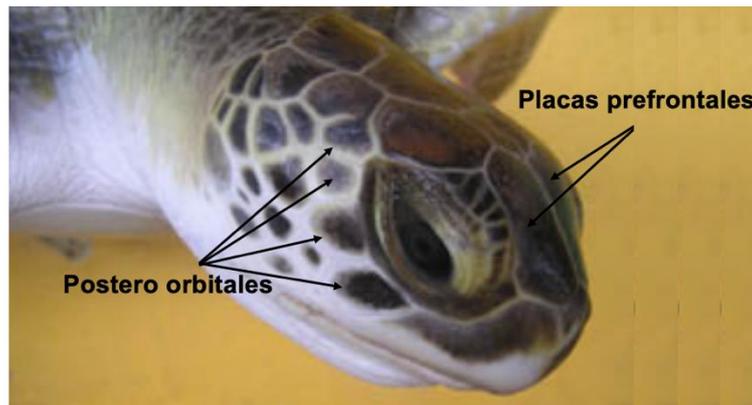


Figura 2:
Esquema de las placas de la cabeza.

Vista lateral del cráneo. Placas prefrontales y postero orbitales características de la tortuga verde
(Adaptado de: www.canariasconservacion.org)

1.4.1 Terminología

Según Wyneken (2001), se usan varios términos que describen las relaciones en el espacio de las estructuras corporales para las tortugas marinas (figura 3).

Dorsal hacia la parte superior del caparazón.

Ventral hacia el plastrón.

Anterior hacia la cabeza.

Posterior hacia la cola.

Medial hacia la línea media.

Lateral hacia los lados partiendo de la línea media.

Proximal desde la periferia hacia el centro del cuerpo.

Distal desde el centro del cuerpo o de la estructura principal hacia la periferia.

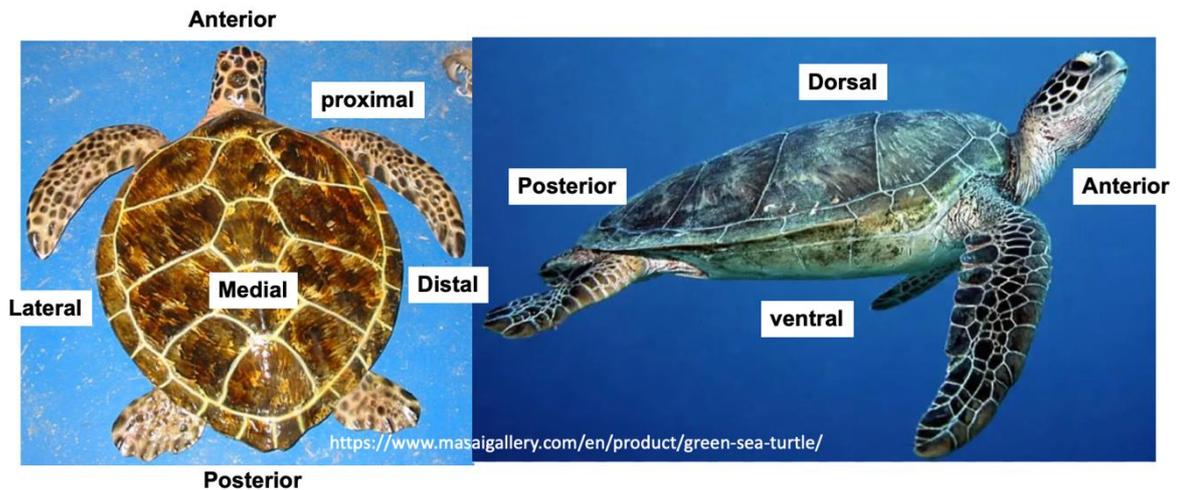


Figura 3. Relación espacial de las estructuras.

1.4.2 Sistema óseo

Las tortugas marinas se distinguen de sus parientes extintos por características morfológicas de las vértebras y costillas. Además, comparten un contorno general del cráneo en el que los parietales y supraoccipitales se extienden hacia atrás como una placa vertical con una concha curvada profunda cortada en la tabla del cráneo a cada lado (Benton, 2014).

El cráneo incluye la cavidad craneana, las mandíbulas y el aparato hioideo (Wyneken, 2001). Los quelonios pertenecen a la subclase sinápsida ya que carecen de verdaderas aberturas temporales; sin embargo, presentan discontinuidades en la región temporal que forman una fosa pseudotemporal para la fijación de músculos (O'Malley, 2007). El cráneo de las tortugas marinas se articula con las vértebras cervicales a través de un único cóndilo occipital trilobulado formado por tres huesos occipitales (Lutz et al., 2002).

El esqueleto axial está compuesto por el caparazón, las vértebras y las costillas y los derivados de las mismas. El esqueleto apendicular incluye las aletas, las extremidades posteriores y sus estructuras de soporte, las fajas pectorales y pélvicas (Wyneken, 2001).

Como en los reptiles no existe división entre cavidades torácica y abdominal, los términos torácico y lumbar no se aplican, sino que la columna vertebral queda dividida en regiones presacra las cuales ocho son cervicales, sacra y caudal (O'Malley, 2007). Como todas las tortugas, las marinas también tienen siete vértebras cervicales móviles, una octava vértebra se fusiona con el caparazón y 10 vértebras dorsales. Hay dos a tres vértebras sacras y 12 o más vértebras caudales (Wyneken, 2001).

En el caparazón se observan en el centro las placas neurales equivalentes al extremo de las apófisis vertebrales. En su extremo anterior, se encuentra la placa nugal, mientras que en el extremo caudal se distingue la placa pigial. Lateralmente se destacan las costillas, las placas costales y las placas marginales, delimitando el caparazón (Cáceres et al., 2019).

El plastrón está compuesto por nueve huesos: dos epiplastrones craneales y un entoplastrón medio, el cual es un carácter diagnóstico de la especie, dos hyoplastrones craneolaterales, dos hypoplastrones caudolaterales y dos xifiplastrones caudales (Wyneken, 2001).

El esqueleto apendicular está compuesto por sus extremidades anteriores y posteriores transformadas en aletas (Cáceres et al., 2019). Las delanteras las utilizan para impulsarse, mientras que las traseras sirven de timón para maniobrar dentro del agua. Esto les permite mantener velocidades de 30 y 40 km/h en distancias limitadas (Limpus et al., 1992). Las extremidades anteriores están constituidas por la cintura escapular formada por la escápula, el coracoides, el proceso acromial y la fosa glenoidea, la cual recibe la cabeza del húmero. Las extremidades formadas por el húmero, radio y cúbito (que en las tortugas a diferencia de los mamíferos, son cortos), los huesos carpianos (radial, cúbito, central, pisiforme, carpianos distales), metacarpianos y cinco dígitos formados por falanges (Wyneken, 2001; Cáceres et al., 2019). El dedo meñique posee movimiento individual ya que los dedos están unidos por una red (retención de la membrana interdigital embrionaria) (Sánchez-Villagra et al., 2007).

La forma de la aleta se forma por ensanchamiento y aplanamiento de los huesos de la muñeca y elongación de los dedos. El húmero, que se articula con el hombro en la cavidad glenoidea, se aplana con su cabeza desplazada por 20 grados del eje del hueso. Hay un gran proceso medial óseo que se extiende más allá de la cabeza a la que se unen los músculos abductor y extensor de la aleta. Distal a la cabeza y casi diagonalmente opuesto está el proceso lateral o cresta deltoidea a la que se unen los músculos del transportador de la aleta. El radio y la ulna son cortos en tortugas marinas y en los adultos se encuentran fusionados por tejido conectivo fibroso (Wyneken, 2001).

La pelvis se compone de tres huesos pares, ilion, isquion y pubis. Los tres en su unión forman una cavidad para recibir la cabeza del fémur denominada acetábulo. Esta cavidad en las tortugas jóvenes está constituida por cartílago osificándose en la etapa adulta (Wyneken, 2001; Cáceres et al., 2019). Los huesos púbicos y los isquiones forman la pelvis. Los dos iliones están orientados dorsoventralmente, articulan con las vértebras sacras y unen la pelvis al caparazón a través de ligamentos.

La extremidad posterior está conformada por el fémur, tibia y peroné, huesos tarsianos, metatarsianos y las falanges de los cinco dedos. Tanto en la vista dorsal como ventral, las extremidades anteriores emergen casi completamente fuera del borde del caparazón, mientras que las extremidades posteriores apenas sobresalen fuera del espaldar, con sus falanges (Wyneken, 2001; Cáceres et al., 2019). El tobillo es corto y consiste en el calcáneo, astrágalo y tarso distal. Hay cinco dedos. Los metatarsianos uno al cinco son anchos y planos y las falanges se extienden añadiendo amplitud al área distal de la extremidad posterior (Wyneken, 2001).

1.4.3 Cavidad celómica

Como característica común a todos los reptiles, las tortugas marinas poseen una única cavidad pleuroperitoneal o celómica, el cual se encuentra dividido por una membrana horizontal denominado septum horizontal, que separa los pulmones ventralmente de las vísceras, por lo que no hay verdaderas cavidades torácicas o abdominales. Esta membrana es considerada un pseudodiafragma debido a que separa la cavidad celómica del espacio aéreo, pero, a diferencia del diafragma de los mamíferos, esta membrana no sufre movimiento muscular para ayudar a la ventilación (McArthur, 2004). Dentro de la cavidad celomica se reconocen el sistema circulatorio, digestivo, respiratorio y glándulas anexas. (Baldini et al., 2019).

1.4.3.1 Sistema Circulatorio

El corazón está ubicado en el centro del tercio craneal del celoma, caudal a la tráquea y ligeramente craneal al hígado (Croft, 2004). El pericardio contiene el corazón y el líquido pericárdico. En los reptiles el corazón se divide en tres cámaras, dos atrios y un ventrículo, con excepción de los crocodrílidos, que presentan cuatro cavidades, dos atrios y dos ventrículos (Tracchia, 2018). El ventrículo se une al pericardio a través de un cordón de tejido conectivo fibroso llamado *gubernaculum cordis*. Después de cortar el gubernáculo, el corazón se puede girar anteriormente para revelar una cuarta cámara, el *sinus venosus*. Este presenta paredes delgadas para recoger sangre venosa de la cabeza, el ventrículo, los pulmones y el resto del cuerpo (Wyneken, 2009).

El ventrículo se divide en tres sub cámaras: *cavum arteriosum* (recibe retorno venoso pulmonar, pero no tiene salida directa a la circulación sistémica), *cavum venosum* (recibe sangre venosa sistémica expulsada de la aurícula derecha) que es dorsal y está conectado por el canal interventricular, y el *cavum pulmonale* (recibe toda su sangre del cavum venosum y expulsa la sangre a la base de un solo tronco pulmonar) que es el más ventral y se extiende hasta la arteria pulmonar del ostium (Murray, 2006).

La frecuencia cardíaca depende del tamaño del animal, la edad, temperatura medioambiental, tasa metabólica y respiratoria y del estímulo sensorial (Tracchia, 2018).

1.4.3.2 Tracto gastrointestinal y estructuras relacionadas

El tubo digestivo de las tortugas marinas consiste en esófago, estómago, duodeno con bazo y páncreas adyacentes, yeyuno, íleon, ciego (colon proximal), colon y recto (Flint et al., 2009) (figura 4).

El esófago es profundo y se encuentra ligeramente a la derecha de la tráquea (Wyneken, 2001), curvándose en un patrón en forma de S a la izquierda al entrar en la cavidad celómica (Croft, 2004). Es un órgano tubo muscular, que se encuentra revestido internamente de papilas queratinizadas, que protegen a la mucosa de la dieta abrasiva e impiden el reflujo del alimento desde el estómago (Elliott, 2007). Esta característica parece ser única entre todos los reptiles (Magalhães et al., 2010).

El estómago se encuentra principalmente en el lado izquierdo del celoma y tiene curvaturas mayor y menor (Croft, 2004).

La longitud del intestino delgado que sigue depende de la dieta. En general, es relativamente corto en comparación con los mamíferos y tiene pocas circunvoluciones. Está suspendido en la posición media del cuerpo gracias al mesenterio dorsal. El intestino posee un mesenterio muy vascularizado, con forma de abanico. La parte caudal del intestino es el colon (intestino grueso), que termina en el recto de naturaleza muscular. El colon es grande y voluminoso, sobre todo en especies vegetarianas, aunque bastante corto. Se sostiene en la mediana dorsal de la columna vertebral por otro ligamento mesentérico (Gaudron, 2001).

El recto a menudo se pigmenta y se continúa hacia la cloaca, en forma de cámara que recibe orina, óvulos o espermatozoides. La apariencia del revestimiento de los intestinos no siempre permite describir la ubicación de una estructura, tejido o contenido, por lo que los puntos de referencia preestablecidos son útiles (Wyneken, 2001).

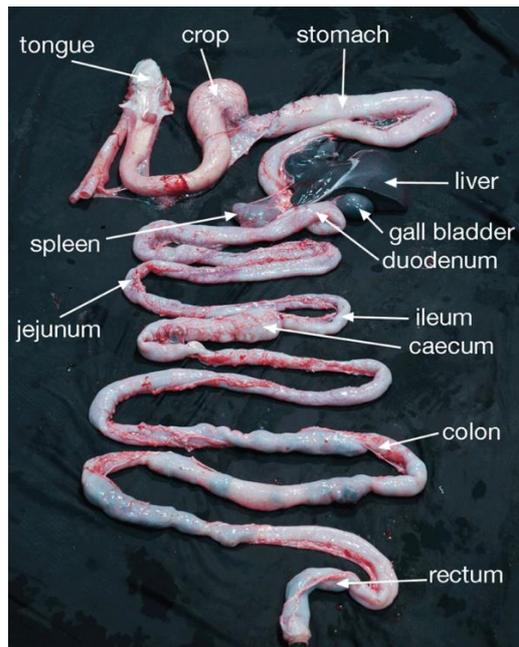


Figura 4. Tubo digestivo de una tortuga verde, *Chelonia mydas* (Tomado de Flint et al., 2009).

1.4.3.3 Glándulas anexas

El páncreas está estrechamente asociado con el bazo y se encuentra distalmente al duodeno, es generalmente liso, brillante y de color rosa (Flint et al., 2009). El conducto biliar común de la vesícula biliar se puede identificar por la mancha verde de la bilis. El bazo se puede encontrar cerca del extremo distal del páncreas. Es de forma casi redondo a oblongo, de color rojo oscuro y altamente vascularizado (Wyneken, 2001).

El hígado está formado por dos lóbulos, con una conexión de distinto tamaño entre los dos. El lóbulo derecho es generalmente más grande y, en su superficie caudal alberga la vesícula biliar redonda. La vesícula biliar suele ser de color verde oscuro y puede estar llena y convexa o colapsada y cóncava (cuando está vacía) (Wyneken, 2001).

1.4.3.4 Vejiga urinaria y riñones

La vejiga urinaria está suspendida de la línea media en la superficie dorsal de la pelvis. Se encuentra entre el recto y la pelvis craneal (pubis). La vejiga se abre

hacia la cloaca y no está conectada a los riñones. La orina fluye desde los riñones, a través de los uréteres, a la cloaca. La orina entra en la vejiga desde la cloaca a través de una uretra corta (Wyneken, 2001).

Los riñones de las tortugas son estructuras pares, retroperitoneales en contacto con el caparazón, situados en el celoma caudal. En las tortugas marinas, se encuentran craneales a la faja pélvica, son generalmente aplanados, lobulados, simétricos y en estrecha asociación con las gónadas (Canni, 1998).

En el extremo craneal de cada riñón, y muy cerca de la columna vertebral, hay una pequeña glándula adrenal de forma alargada, que son a menudo amarillas o naranjas (Wyneken, 2001).

1.4.3.5 Sistema respiratorio

La laringe en los quelonios es corta y se ubica detrás de la lengua. La tráquea está formada por anillos cartilagosos completos que se divide en dos cortos bronquios por debajo del caparazón, desembocando dorsalmente a los pulmones, que se encuentran prácticamente pegados al caparazón pudiendo ocupar los tres quintos superiores de la cavidad celómica. Los pulmones presentan una arquitectura histológica trabeculada (Tracchia, 2018) y la extensión del campo pulmonar está influenciada por el tamaño del animal (Schumacher, 2001).

1.5 Patologías

En el trabajo realizado por López-Mendilaharsu et al. (2016) a través de registros de tortugas varadas en las costas uruguayas, constataron que la mayoría de los ejemplares tanto de tortuga verde y de cabeza presentaban al momento de su evaluación, bajo peso corporal y signos de debilitamiento general. Observaron, además, cuadros de hipotermia, ahogamiento e infestación por parásitos. Muchos de los ejemplares presentaban con frecuencia patologías de piel, caparazón y plastrón (Vélez-Rubio et al., 2017).

Otra afección común es la fibropapilomatosis (FP), una neoplasia benigna que produce tumores en la piel y afecta las funciones fisiológicas de las tortugas marinas inhibiendo la capacidad de nadar, comer o ver e incluso puede ocasionar

la muerte. Su alta prevalencia en las poblaciones de tortugas marinas ha llevado a varios grupos de investigación a estudiar la enfermedad y el herpesvirus asociado (Rodenbusch et al., 2014; Balladares et al., 2017).

Otra de las patologías descritas en ejemplares de tortugas marinas son las relacionadas con los desechos antropogénicos, que afectan a estos animales básicamente a través de la ingesta, enredo o contacto externo con los mismos. Vélez-Rubio et al. (2018) demostraron la evidencia de que los desechos marinos antropogénicos son una de las amenazas más importantes que afectan a las tortugas verdes en las aguas costeras de Uruguay en la última década. Se demostró que al menos el 70 % de las tortugas estudiadas presentaban desechos marinos en su tracto digestivo.

El volumen de desechos humanos encontrados en el tubo digestivo de estos animales aumenta proporcionalmente al tamaño de las tortugas. La gran variedad de desechos encontrados y las grandes diferencias en la ingestión entre las tortugas indican una baja discriminación alimentaria de esta especie que la hace especialmente propensa a la ingestión de estos desechos (Tomás et al., 2002).

En relación con los enredos de desechos antropogénicos, se observan ejemplares enredados con porciones de artes de pesca perdidos o descartados como redes de malla, anzuelos y tanzas de pesca de palangre pelágico y deportiva, además de bolsas de nylon. Los enredos suelen causar dificultades para nadar y en casos de enredo severo y prolongado en los miembros, pueden llegar a perderlos por necrosis (Laporta et al., 2006).

1.6 TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

1.6.1 Radiografía

El 8 de noviembre de 1895, William C. Roentgen nota por primera vez la aparición de una radiación desconocida, capaz de impresionar una placa fotográfica al poner el tubo de Crookes bajo tensión. Bautiza esta radiación, precisamente por ser desconocida, como radiación X. Posteriormente descubriría las cuatro propiedades características de los rayos X: son absorbidos por la materia, se dispersan en la materia, impresionan una placa fotográfica y descargan a los “cuerpos cargados eléctricamente”. Todos estos conocimientos fueron comunicados a la comunidad científica el 28 de diciembre de 1895, por lo cual, en 1901 Roentgen es recompensado con el primer Premio Nobel de Física de la historia. Numerosos fueron los progresos científicos y tecnológicos logrados gracias a los rayos X. La medicina se beneficia con una nueva herramienta para la observación (radiología) y para el tratamiento (radioterapia) del cuerpo humano. Actualmente la utilización de los rayos X es múltiple además de las aplicaciones en medicina para diagnóstico, también abarca el arte, la arqueología, la criminología, la observación espacial, entre otros. (Dillenseger y Moerschel, 2012).

La radiografía se utiliza en la mayoría de los animales para el diagnóstico de múltiples patologías. En la medicina de quelonios se encuentran referencias a este método, como las de Helmick et al. (2000) que evaluó a una tortuga verde la cual presentaba signos de obstrucción intestinal tales como anorexia, regurgitación y disminución de la producción fecal. Cubas y Baptistotte (2006) mencionan que las radiografías son esenciales para el diagnóstico de varias enfermedades y particularmente en aquellas que afectan el sistema esquelético de los quelonios. También MacArthur et al. (2004) hacen referencia a que el estudio radiográfico permite la valoración de animales con alteraciones de la flotabilidad, traumatismo craneo encefálico y del caparazón, con sospecha de neumonía, obstrucción gastrointestinal y afectación visceral en fibropapilomatosis.

La radiografía es la técnica de imagen más utilizada para la evaluación del tracto respiratorio y sus patologías (MacArthur et al., 2004; Wilkinson et al., 2004), evaluación del sistema digestivo para la detección de cuerpos extraños y obstrucciones intestinales (Di Bello et al., 2006). Además los trastornos metabólicos específicos, así como procesos infecciosos pueden diagnosticarse mediante técnicas radiográficas (Schumacher y Toal, 2001).

Sin embargo, la radiografía es limitada para la evaluación de los detalles del tejido blando debido a la superposición por la presencia del caparazón y del plastrón compuesto por escudos que recubren las capas dérmicas osificadas (Canni, 1998; Croft, 2004).

Debido a la naturaleza dócil de la mayoría de los quelonios, para ser radiografiados se utiliza solo sujeción manual. En muchos de ellos según el tamaño corporal se pueden utilizar solamente un receptor de imagen por animal. Si los ejemplares son muy grandes se deberá utilizar más de una toma radiográfica. Para la obtención de varias vistas se deberá utilizar varias incidencias, que incluyan la dorsoventral y la craneocaudal. Para el estudio del sistema respiratorio también es de utilidad la vista lateral (Schumacher y Toal, 2001).

La descripción de la anatomía radiográfica normal es escasa para la mayoría de las especies de reptiles. Se puede observar una amplia gama de características anatómicas en más de 6000 especies de reptiles, por lo tanto, debe generarse literatura especializada para cada especie individual, a fin de proporcionar referencias normales y ayuda en la interpretación radiográfica (Valente, 2007).

1.6.2 Ecografía

Recientemente la medicina veterinaria viene experimentando una rápida transformación en las técnicas de diagnóstico por imágenes y el desarrollo de estas modalidades, lo que ha abierto nuevas posibilidades de diagnóstico. Después del primer uso de la ecografía en la medicina humana, en el año 1978, surge el primer informe de la aplicación de la ecografía en animales de zoológicos. A pesar de los estudios realizados en estos animales durante los

últimos años, aún existen limitantes en el uso de estas técnicas. La escasa experiencia del veterinario dado el alto número de especies animales, las variaciones anatómicas y fisiológicas, el costo del equipamiento y de equipos especiales, como transductores fabricados especialmente para una especie determinada, son algunos ejemplos de estas limitaciones (August, 2007). Otra limitante aparte del tamaño del animal explorado es la barrera impuesta por el caparazón. Se han realizado algunas investigaciones específicas en busca de referencias de normalidad de órganos de la cavidad celómica en tortugas utilizando la ecografía (Penninck, 1991; Canni, 1998; Valente et al., 2006 y Baldini, 2019). En estos reptiles se describen las ventanas acústicas de imágenes como la cervicobraquial y la prefemoral (Valente, 2007; Pease et al., 2010) así como recientes estudios también validan el uso de ventanas acústicas a través del plastrón para la evaluación de la cavidad celómica (Baldini, 2019). En los exámenes ecográficos debido al área reducida de alguno de los puntos de acceso para el haz de ultrasonido, se deben utilizar sondas de punta pequeña. En los pequeños quelonios, normalmente se usan transductores de frecuencia de 7 a 10 MHz (Gaudron et al., 2001), mientras que en los grandes pueden ser necesarios transductores de 2,5 – 3,5 MHz (Rostal et al., 1990).

Para visualizar los tejidos blandos de la cavidad abdominal, la ecografía es el examen de elección. Es útil para visualizar tanto tendones, ligamentos, nódulos linfáticos, globo ocular, tiroides, vascularización de órganos y tejidos, así como evaluación de las neoplasias (Penninck, 2008). Esta técnica se utiliza para brindar una mayor cantidad de información sobre las enfermedades del tracto digestivo (Williams et al., 2013). Permite además la evaluación dinámica de las estructuras anatómicas, proporcionando información de la arquitectura, dimensiones, ecogenicidad, ecotextura y ubicación de los órganos (Nyland y Mattoon, 2002). Las limitaciones de la técnica ecográfica pueden incluir la formación de artefactos en la imagen, además de poseer baja especificidad para diferenciar cambios en procesos infecciosos, neoplásicos o inflamatorios en diferentes órganos (Kealy y McAllister, 2005).

A pesar de las limitantes descritas, la ecografía posee ventajas debido a que es una modalidad no invasiva, relativamente accesible, portátil y que brinda información muy útil de los animales explorados, de forma inocua para la salud ya que no utiliza radiaciones ionizantes. El uso de la ecografía ha ido creciendo en la

rutina de los animales salvajes principalmente porque se considera un método de exploración que ayuda en los exámenes preventivos, en animales gerontes y aquellos que hayan tenido que realizar una cuarentena. La ecografía y los diagnósticos por imagen siguen siendo un desafío en la medicina de animales salvajes debido a la falta de parámetros normales que puedan guiar al veterinario (Junghans, 2001).

Los estudios anatómicos en diferentes especies de tortugas marinas proporcionarán información y se convertirán en una importante fuente de consulta para la comunidad científica y la sociedad. Por lo tanto, entendemos que el conocimiento de la anatomía de animales salvajes es un aporte importante para una mejor comprensión y ayuda diagnóstica de sus enfermedades, representando un factor relevante para la preservación y conservación de las especies.

Muchas de las especies de tortugas marinas se encuentran en riesgo de extinción y dentro de éstas, la tortuga verde es la especie con mayor presencia en las aguas costeras de Uruguay (Vélez- Rubio, 2013). El presente estudio pretende aportar a la bibliografía existente sobre estos animales y servir como base para futuras investigaciones.

2. HIPÓTESIS

Es posible explorar la anatomía de la tortuga verde con estudios imagenológicos a pesar de poseer un caparazón de naturaleza ósea.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Contribuir mediante los estudios imagenológicos al conocimiento de la anatomía de la tortuga verde para poder reconocer patologías que afectan frecuentemente a estos animales.

3.2 Objetivos específicos

Mediante la exploración radiográfica, determinar y describir las estructuras del esqueleto y los componentes de las vías respiratorias.

Mediante el estudio ecográfico, determinar y describir los órganos de la cavidad celómica.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

A través de la organización Karumbé, encargada de la recolección y del traslado a sus centros de rehabilitación, pudimos acceder a las tortugas para realizarles estudios radiológicos y ultrasonográficos, debido a que forman parte de la rutina de exploración de estos animales.

Para este estudio se utilizaron 49 tortugas verdes (*Chelonia mydas*) juveniles vivas y ocho muertas (rango de tamaños, LCC= 30 a 46 cm) durante los años 2016 y 2019, procedentes de la Asociación civil Karumbé (permisos de captura y colecta de DINAMA-MVOTMA 4/2018 y de la DINARA-MGAP 195/2018 y 50/2019) y con estadía en el Centro de Tortugas de Karumbé ubicado en el Zoológico Villa Dolores de Montevideo para su posterior recuperación. Los animales vivos fueron trasladados a las instalaciones de la Facultad de Veterinaria-Udelar (Servicio de Imagenología del Hospital de Veterinaria) donde fueron realizados estudios radiológicos. Para eso se utilizó un equipo de radiología fijo marca Vetter Rems y un digitalizador marca Carestream. Se utilizaron chasis 35 x 43 y se usó como técnica un Kilovoltaje pico (KVp) variable entre 50 y 70 y entre 1 y 2 Miliampers x segundo (mAs). Se registró el LCC de cada animal antes de proceder a su estudio. No fue necesaria la sedación. Se utilizaron las incidencias dorsoventral (DV) y craneocaudal (CC). En la vista dorsoventral (figura 5: A), se colocaron directamente sobre el receptor de imagen cubriéndolo con bolsas de nylon para protegerlos de la humedad.

En la vista craneocaudal los animales fueron colocados sobre un taco de madera el cual dejaba los miembros y el cuello colgando (figura 5: B). Se inclinó el haz de rayos 90 grados, el chasis se colocó en la parte posterior de la tortuga y el rayo se dirigió horizontalmente hacia la región dorsal del cuello.

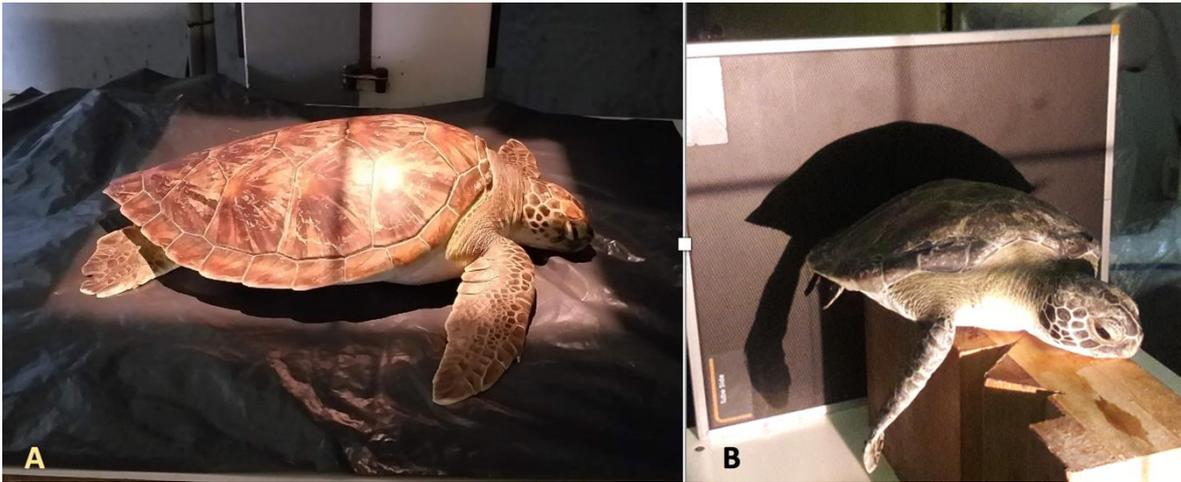


Figura 5. Posicionamiento de las tortugas para la realización de los estudios radiográficos, A) incidencia dorsoventral B) incidencia craneocaudal.

Las imágenes fueron archivadas en formato DICOM (*digital image communication*) para su posterior estudio.

También en los animales vivos, se procedió a realizar estudios ecográficos en modo B en tiempo real, utilizando un equipo fijo de ultrasonografía marca Toshiba Nemio MX, con transductores lineales de 8 Mhz (Mega Hertz) y convexo de 6 MHz. En este estudio, elegimos colocar las tortugas examinadas en decúbito dorsal como lo sugieren Pease et al. (2010) por lo que todas las tortugas fueron colocadas en esa posición, sujetando el caparazón sobre una colchoneta impermeable de 10 cm de espesor, para evitar incomodidad y lesiones en el caparazón, (figura 6). Los ojos fueron cubiertos con una máscara de tela y la superficie del cuerpo se mantuvo húmeda con una toalla húmeda. Se utilizó gel ecográfico para el acoplamiento acústico y eliminar artefactos por falta de contacto. De acuerdo con Valente et al. (2007) se utilizaron áreas de tejido blando como ventanas acústicas: cervicobraquial izquierdo y derecho, axilar izquierdo y derecho, prefemoral izquierdo y derecho y ventanas acústicas post femorales izquierda y derecha. Se utilizaron además ventanas acústicas a través del plastrón de acuerdo con Baldini (2018), tomando como referencia los huesos del plastrón (epiplastrón, entoplastrón, hipoplastrón, hioplastrón y xifiplastrón) y las placas externas ventrales.



Figura 6. Posición para la realización de ecografía, las tortugas son apoyadas sobre su caparazón en superficie acolchonada, realizándose el estudio desde el plastrón.

Las imágenes obtenidas se guardaron en archivo JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) para su revisión posterior, este formato se prefiere, debido a que no serán procesadas digitalmente en términos de densidades ecosonográficas.

Los animales muertos se mantuvieron en freezer y se procedió a la disección en la Unidad de Anatomía de la Facultad de Veterinaria-Udelar. Los animales fueron disecados de acuerdo con la metodología utilizada por Wynken (2001), permitiendo el análisis de las características morfológicas internas y externas.

Se tomaron fotografías para su documentación, estudio y discusión, utilizando una cámara digital Nikon D7100 con objetivo Macro Nikon de 60 mm. Luego fueron procesadas utilizando el software libre, GIMP 2.8. Cada fotografía fue acompañada de un fotograma o esquema donde se indicó exactamente las estructuras fotografiadas. Para la descripción se utilizó y adaptó la nomenclatura de la versión online de la Nomenclatura Anatómica Veterinaria (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2017).

Utilizando la misma cámara fotográfica se obtuvieron fotografías de esqueletos armados y huesos de tortugas verdes pertenecientes a la colección del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN), para su posterior comparación con las radiografías.

Se realizó un estudio de tomografía computada a un ejemplar muerto de tortuga verde con el fin de generar reconstrucciones volumétricas para utilizarlo en la comparación anatómica. Se realizó en el servicio de Imagenología del Hospital de Clínicas Dr. Manuel Quintela. Se usó un equipo Somatom Sensation de 64 hileras marca Siemens. Se utilizaron valores de adquisición de 120 Kv y 180 mAs, con una rotación de tubo de 1 segundo, pitch (avance de camilla) de 0,9 cm/s y un espesor de corte de 0,75 mm. Las imágenes fueron adquiridas desde craneal a caudal. Las reconstrucciones posteriores se realizaron para volumen óseo (filtro de reconstrucción B60s definido) y volumen blando (filtro de reconstrucción B20s homogéneo).

5. RESULTADOS

Para el presente trabajo, se estudiaron tortugas en diversas condiciones de salud. Aunque no era el objetivo de esta tesis el registro de las alteraciones, muchas presentaban lesiones externas, parásitos en los caparazones, grados variables de adelgazamiento y de mutilación.

En las necropsias se evidenció la presencia de residuos sólidos de origen humano en el tubo digestivo de las tortugas (nylon, plástico, redes, anzuelos, etc.). En estos casos se encontraban alteraciones macroscópicas y morfológicas en el tracto digestivo producto de la patología presente, lo que representó un desafío extra para evaluar la anatomía normal.

5.1 Radiografía

5.1.1 Descripción general

Los animales vivos fueron sometidos a estudios radiográficos sin sedación, utilizando la vista dorsoventral. Esta vista permitió reconocer las estructuras esqueléticas de forma más clara, reconociendo cráneo, columna, miembros y caparazón. También se individualizó el pulmón izquierdo del derecho con la vista craneocaudal y posibilitó la visualización de vías aéreas anteriores.

5.1.2 Cráneo

En las radiografías de cráneo (figura 7a) obtenidas en posición dorsoventral, se observó la mandíbula inferior superpuesta a los huesos palatinos y post orbitales (figura 7a-1). Fue posible visualizar las articulaciones mandibulares, ramas del maxilar lateralmente (figura 7a-2) y ramas de la mandíbula medialmente. Se visualizó la apófisis de los bordes caudales del hueso escamoso o escamosal (figura 7a-7), bordes del hueso post orbital con una radiodensidad tenue (figura 7a-3), cavidad nasal, hueso palatino (figura 7a-6) y pterigoides (figura 7a-4).

El hueso supra occipital estaba proyectado superpuesto a la columna cervical en todos los animales (figura 7a-8).

Caudalmente al borde caudal del cráneo y lateral a la columna cervical se visualizaron las partes caudales de los huesos ceratobraquiales del aparato hioideo (figura 7a-9).

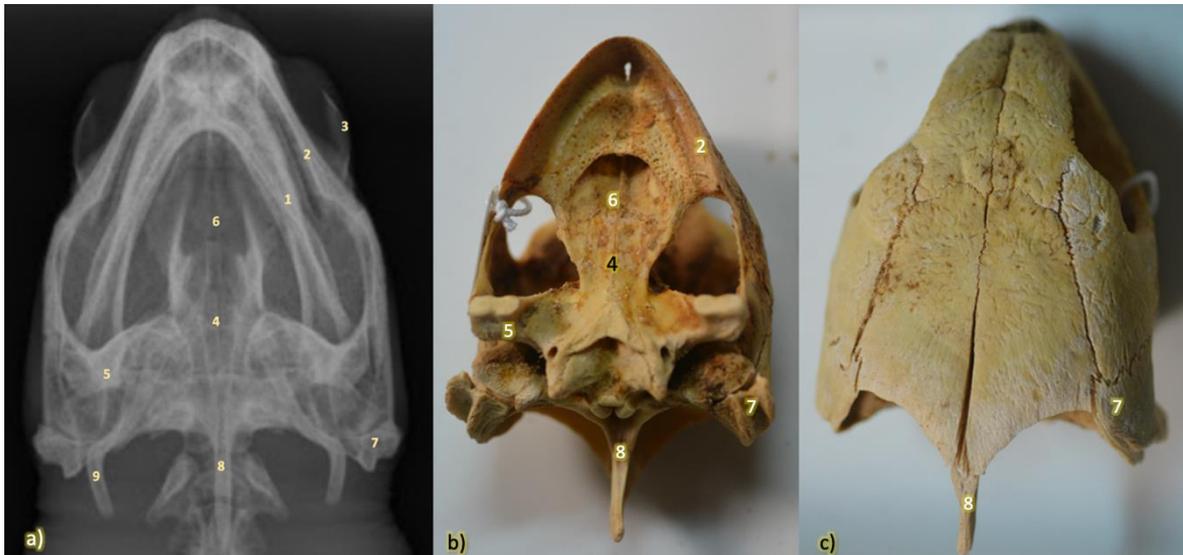


Figura 7. Radiografía y pieza anatómica del cráneo de tortuga verde. a) radiografía vista dorsoventral, b) cráneo óseo vista ventral, c) cráneo óseo vista dorsal. (1) mandíbula o maxilar inferior, (2) maxilar superior, (3) post orbital, (4) pterigoides, (5) cuadradoyugal, (6) palatino, (7) escamosal, (8) supraoccipital, (9) ceratobraquial.

5.1.3 Columna vertebral

En las radiografías de columna obtenidas dorsoventralmente, fue posible visualizar los segmentos desde la columna cervical (C) hasta las últimas coccígeas. En la porción cervical (figura 8A), se observaron las apófisis articulares del occipital, el atlas con sus apófisis transversas y el cuerpo del axis. En los individuos que tenían la cabeza en posición erecta se visualizaron las vértebras C3 a C6 y el segmento cervical de C6 a C8 se proyectaba superpuesto en la mayoría de los animales donde no fue posible diferenciar individualmente los cuerpos vertebrales caudales en esa incidencia.

En la columna dorsal (D), las vértebras se visualizaron en la línea media del caparazón superpuestas a los huesos o placas neurales (figura 8B). Los segmentos D2 a D8 fueron más fácilmente reconocidos debido al mayor tamaño

del cuerpo vertebral en el eje longitudinal. Los espacios intervertebrales se observaron como un espacio radiolúcido (negro) entre cada borde vertebral. Se pudieron observar las vértebras sacras, la primera con superposición de parte distal de los huesos xifiplastrones (figura 8C). Las vértebras caudales o coccígeas (aproximadamente 18) se observaron distalmente con el cuerpo vertebral de forma triangular y fueron disminuyendo su tamaño de proximal a distal.

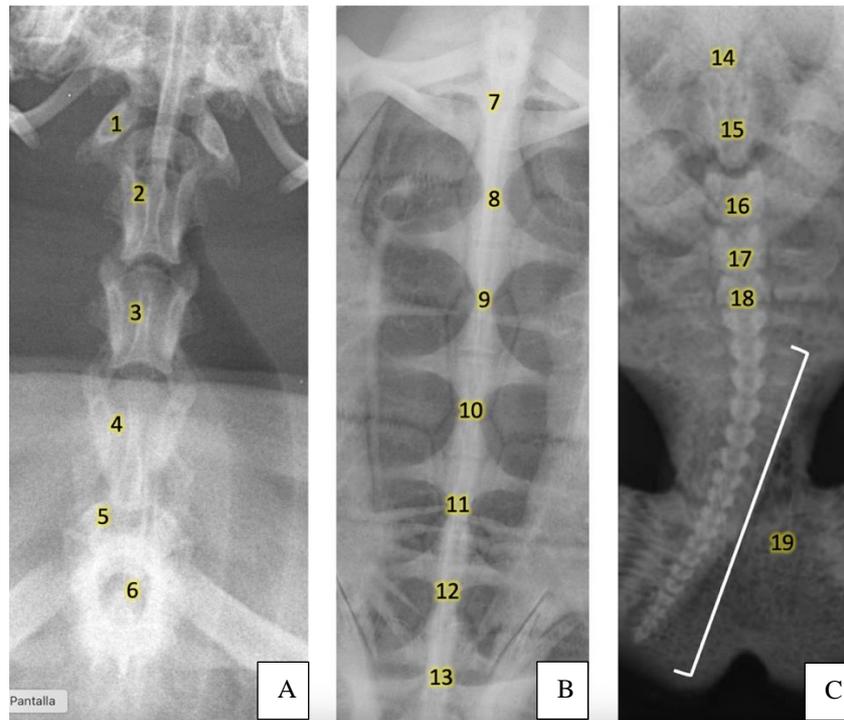


Figura 8: Radiografía de la columna vertebral, vista dorsoventral. **A)** columna cervical, 1) atlas, 2) axis, 3) C3, 4) C4, 5) C5, 6) C6 a D1 superpuestas. **B)** columna dorsal, 7) D2, 8) D3, 9) D4, 10) D5, 11) D6, 12) D7, 13) D8, 14) D9, 15) D10, **C)** segmento sacro 16) S1, 17) S2, 18) S3, 19) vértebras caudales o coccígeas.

5.1.4 Pelvis

Los huesos pélvicos (figura 9) se presentaron con superposición a los hipoplastrones caudales, a los xifiplastrones y a las últimas tres costillas. Los isquiones (figura 9-2) e iliones (figura 9-3) fueron pobremente distinguidos, salvo por la parte más distal de estos últimos. Estos huesos se observaron separados por líneas radiolúcidas (negras) formando la articulación para los fémures. El

sacro (figura 9-4) y las vértebras caudales (figura 9-5) se evidenciaron en la línea media inmediatamente caudal al borde caudal del xifiplastrón.

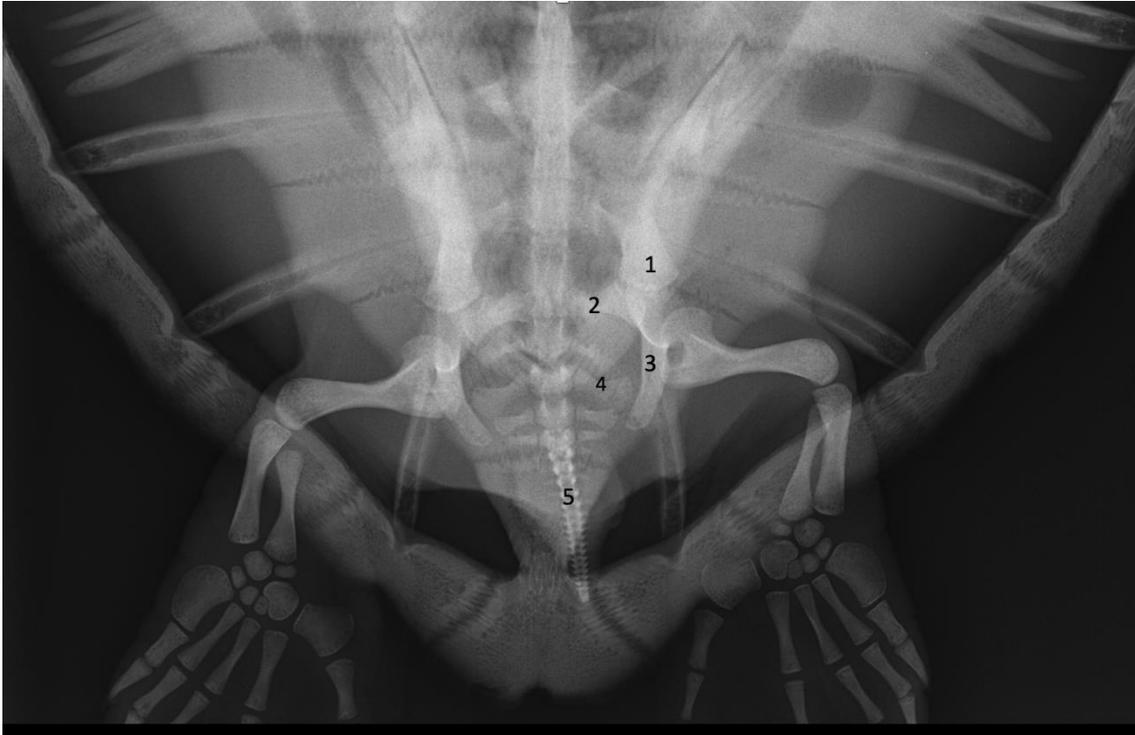


Figura 9. Radiografía de la región pélvica vista dorsoventral: 1) hueso púbico, 2) isquion, 3) ilion, 4) sacro, 5) vértebras coccígeas de la cola.

5.1.5 Caparazón

En las radiografías dorsoventrales, se visualizó parte del caparazón (figura 10) con superposición. El hueso nucal (figura 10-1 y 9) se ubicó en región craneal media superpuesto a la columna vertebral cervical caudal y primeras dorsales, la porción cervical de tráquea medialmente y a los huesos de la cintura escapular. Se observaron ocho pares de costillas (figura 10A: 1 a 8) que articulaban por medio de su cabeza a las vértebras dorsales en la región media del esqueleto como líneas hipodensas lisas. Las articulaciones de las placas costales se reconocían por líneas irregulares aserradas que correspondían a suturas dentadas. El primer par de costillas (figura 10B: 2) se visualizó con superposición de todo el hueso escapular y el acromion y de la articulación proximal del

miembro anterior y del hueso epiplastrón. Hacia los bordes del caparazón se observaron las porciones costales que articulaban con los huesos periféricos o marginales (figura 10A: 12), los cuales se presentaron libres de superposición y de forma alargada con una depresión central que articulaban con el borde costal distal. En la región media caudal se presentó el hueso suprapigial (figura 10A: 10) superpuesto a vertebras sacras y huesos pélvicos. Fue posible contar 22 huesos marginales y el más caudal en la línea media llamado pigial se observó en la mayoría de los individuos superpuesto a las vértebras caudales. Entre las costillas y los huesos marginales se observó un espacio sin superposiciones que correspondió a las fontanelas.

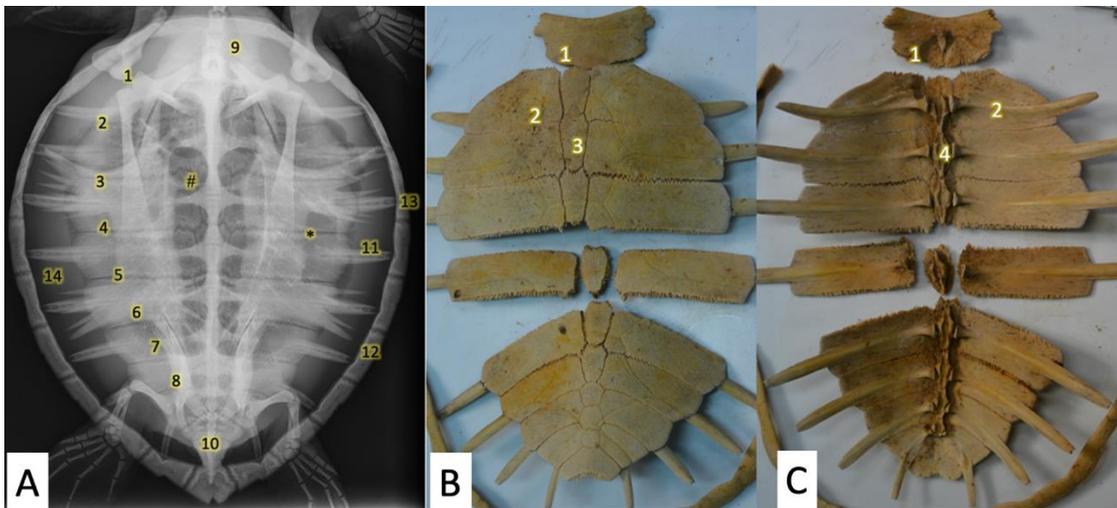


Figura 10: Radiografía y huesos del caparazón. **A)** Radiografía vista dorsoventral: del 1) al 8) placas costales, 9) hueso nuczal 10) suprapigial, 11) costilla 12) huesos marginales, 13) depresión articular para la costilla, 14) fontanela, *) articulación intercostal #) articulación costo vertebral. **B)** esqueleto ósea vista dorsal: 1) hueso nuczal, 2) costilla, 3) placa neural, **C)** esqueleto ósea vista ventral: 1) hueso nuczal, 2) primera costilla, 4) cuerpo vertebral.

5.1.6 Plastrón

Cuando se estudió el plastrón en la incidencia dorsoventral (figura 11), se presentó siempre con superposición. La región más proximal del plastrón sobrepuesta a las estructuras del caparazón, miembros anteriores y columna

vertebral. La porción más distal se superpuso al caparazón, pelvis y miembros pelvianos. Los dos hioplastrones anteriores (figura 11B: 4), se superpusieron a la segunda y tercera costilla de cada lado y a las porciones caudales de las escápulas. Los hipoplastrones caudales (figura 11B: 8), se observaron superpuestos a la cuarta y quinta costilla.

En la región craneal del plastrón se diferenciaron los bordes posteriores del epiplastrón (figura 11C: 1 y 2) que se vieron puntiagudos y contactaron en su borde medial con la prolongación anterior de los hioplastrones. El entoplastrón (figura 11C: 3) se superpuso a la columna vertebral y fue pobremente diferenciado en la mayoría de los animales.

El borde craneal del epiplastrón se observó superpuesto tanto a la placa nucal, a la primera costilla como a los huesos de la escápula.

Fue posible determinar los márgenes laterales de las cuatro placas (hioplastrones e hipoplastrones) centrales del plastrón. Las dos placas anteriores (figura 11C: 5) se visualizaron con denticiones o prolongaciones laterales que variaban en número según los individuos. Los márgenes mediales de los hioplastrones se observaron en la porción caudal de bordes lisos y casi rectos. Presentaron una prolongación medial única (figura 11C: 7) con dirección a la línea media y tomaron contacto entre sí. Los hipoplastrones se presentaron con su porción medial y craneal de bordes lisos y su porción medial y caudal (figura 11C: 10) de aspecto dentado, donde esta última se articulaba con la porción craneal de los huesos xifiplastrones.

La articulación de ambas placas hipoplastrones craneales y los hipoplastrones caudales se visualizaron sobre las líneas articulares de las terceras y cuartas placas costales. Los xifiplastrones se observaron con su parte proximal articulando con los hipoplastrones y en su parte caudal angulándose caudomedialmente hasta contactarse entre sí sobre la línea medio sagital del cuerpo, donde también presentaron indentaciones, pero no se articularon (figura 11C: 11).

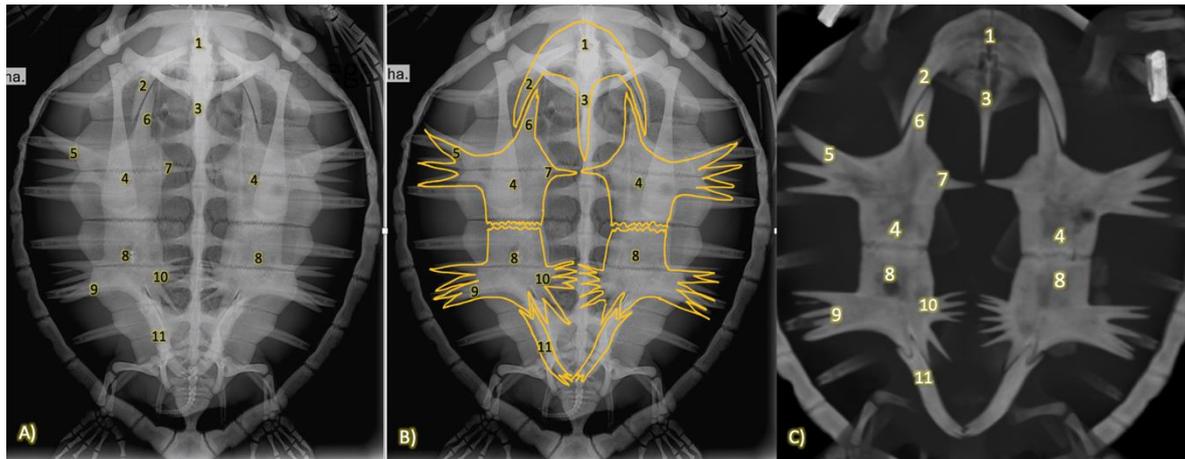


Figura 11 Radiografía del plastrón **A) y B)** Radiografía vista dorsoventral. **C)** Reconstrucción ósea tomográfica. 1 y 2) epiplastrón, 3) entoplastrón, 4) hioplastrón, 5) indentaciones laterales craneales, 6) prolongación craneal, 7) prolongación medial, 8) hipoplastrones, 9) indentaciones laterales caudales, 10) indentaciones mediales, 11) xifiplastrón.

5.1.7 Cintura escapular

Radiográficamente fue posible observar la cintura escapular (figura 12), formada por la escápula (figura 12-2) el acromion (figura 12-1) y el hueso coracoides (figura 12-3). Se ubicaron en la región craneal y media del cuerpo, a la derecha y a la izquierda en el extremo proximal. El acromion y la escápula se encontraron fusionados en el extremo lateral, formando un ángulo de entre 60 a 80 grados, y eran visibles superpuestos al primer par de costillas del caparazón y al hueso del epiplastrón. Estos huesos se articularon lateralmente con el hueso coracoides, el cual se visualizó de forma alargada con desvío del eje sagital desde lateral a medial llegando su extremo más distal hasta la cuarta costilla. Sus bordes laterales se presentaron lisos y rectos y su extremo distal redondeado.

Fue posible visualizar la articulación escapulo coracoidea, de bordes rectos y con una línea radiolúcida entre los bordes óseos, articulando con la cabeza del húmero.

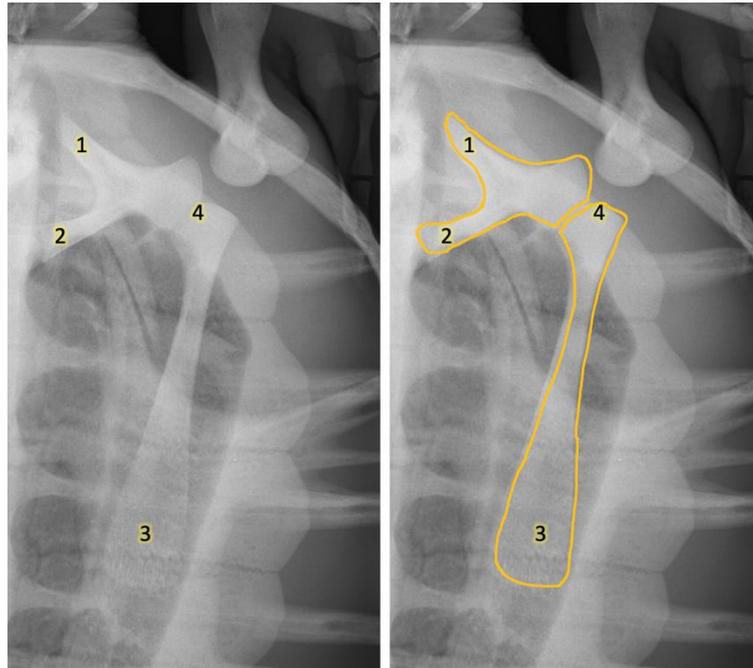


Figura 12. Radiografía dorsoventral de la cintura escapular. 1) acromion, 2) escápula, 3) coracoides, 4) articulación escapulo coracoidea.

5.1.8 Miembros

En los estudios radiográficos de los miembros anteriores, estos se encontraron en posición variable dependiendo de su grado de extensión al momento de obtener las radiografías.

Se visualizó la articulación del hombro formada por el húmero y la cintura escapular. Un gran espacio articular radiolúcido (negro), formado por la región lateral del hueso escapular y la región proximal del hueso coracoides, (figura 13: 2). Esta articulación se observó superpuesta al borde lateral y superior de la primera costilla.

El miembro anterior formado por el húmero (figura 12:H), ulna (figura 13: U), radio (figura 13: R), huesos carpianos, metacarpianos y falanges, fue visible en todos los individuos.

El húmero se visualizó en posición lateral, donde se reconoció en su extremo proximal la cabeza y el proceso medial superpuestos al primer par de huesos marginales. En el aspecto proximal a la cabeza del humero se presentaba una saliencia lisa que correspondía a la tuberosidad o proceso deltoideo (figura 13: 1).

El cuerpo del húmero se visualizó con bordes rectos hacia medial y cóncavos lateralmente. Su extremo distal convexo de borde liso articuló con el radio y la ulna.

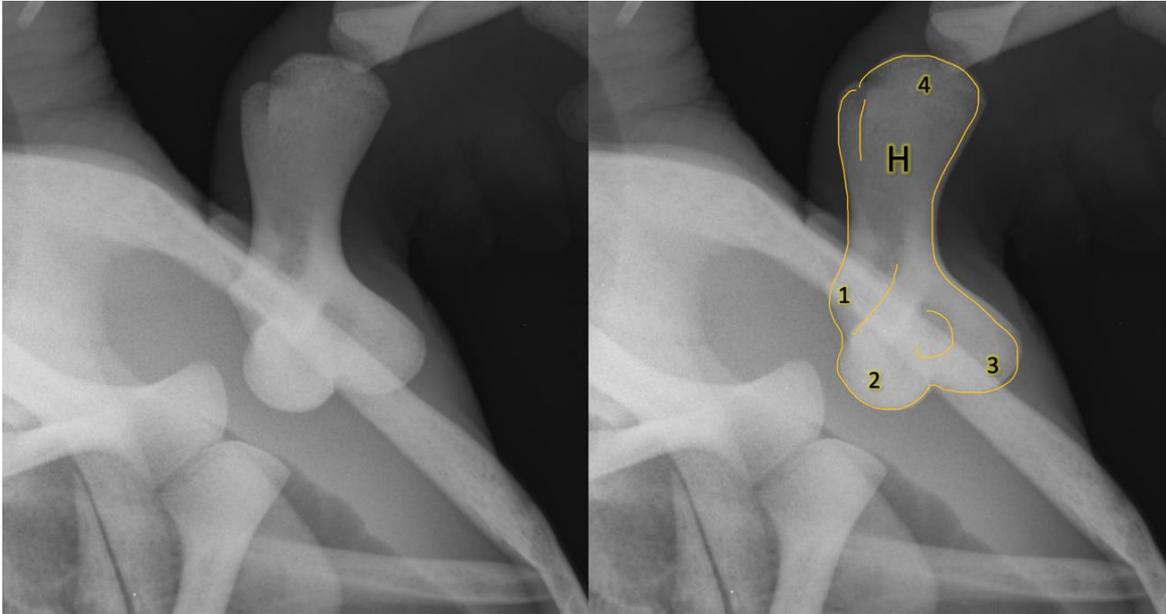


Figura 13. Radiografía de Miembro anterior izquierdo mostrando región humeral. H) húmero, 1) proceso deltoideo, 2) cabeza humeral, 3) proceso medial, 4) condilos radial y ulnar.

El radio y la ulna (figura 14), se presentaron como dos huesos similares en cuanto a longitud y espesor y más cortos que el húmero. Se observaron superpuestos entre sí en sus extremos tanto distales como proximales. El radio en posición medial con los bordes lisos y rectos. La ulna en posición lateral con el borde lateral liso y recto y el borde que contactó con el radio, presentó una depresión central haciendo su borde cóncavo.

La articulación radioulnar carpiana se observó casi en posición horizontal y estaba formada por los extremos distales del radio, ulna y los extremos proximales de la fila más proximal del carpo, formada por el hueso ulnar e intermedio. En la fila distal del carpo se evidenció el hueso central, el pisiforme más grande que los demás y los carpianos distales. La parte más distal de la aleta o miembro anterior estaba formada por cinco metacarpianos y eran seguidos por las falanges de

forma más larga que ancha. En los dedos segundo, tercero y cuarto se visualizaron tres falanges, designadas como proximal, media y distal y en los dedos primero y quinto solo dos falanges proximal y distal.

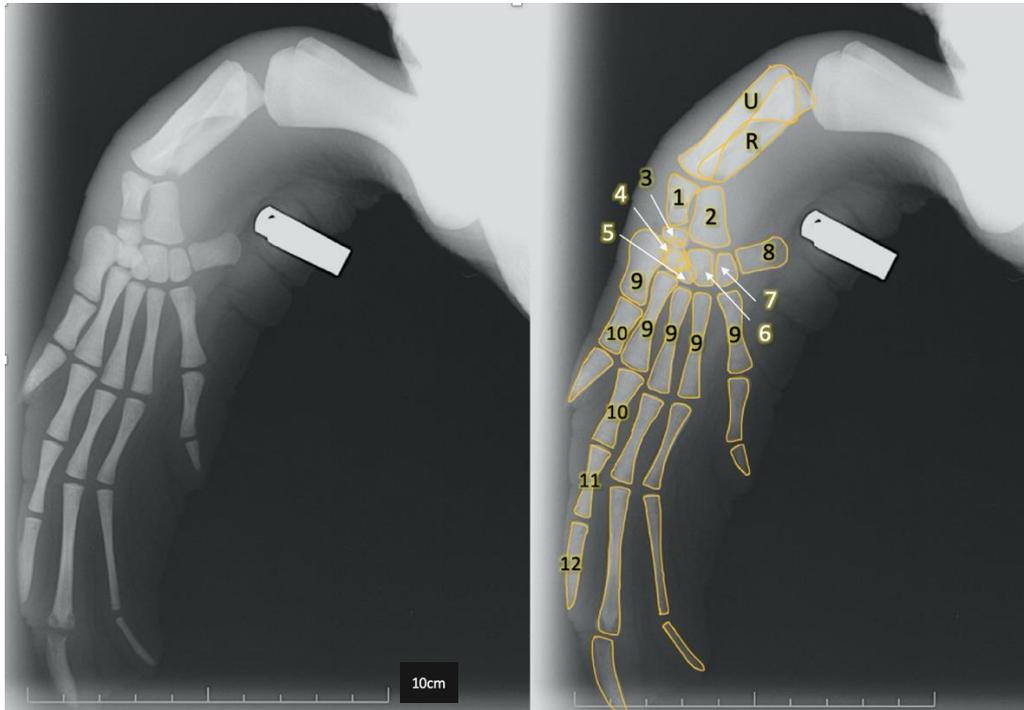


Figura 14. Radiografía de miembro anterior izquierdo, vista dorso palmar. U) ulna, R) radio, 1) hueso ulnar, 2) hueso intermedio, 3) hueso central, 4,5,6,7) carpianos distales, 8) pisiforme, 9) metacarpianos, 10) falange proximal, 11) falange media, 12) falange distal.

En las radiografías de los miembros posteriores (figura 15) se observó una posición variable dependiendo del grado de extensión al momento de realizar las radiografías.

Fue posible ver el fémur en el borde caudal y lateral del caparazón y superpuesto por él. Se observó la cabeza y el trocánter mayor del fémur bien desarrollado en la región proximal (figura 15- 1), una depresión en la zona media diafisaria y hacia el extremo distal un engrosamiento con superficie curva articular. El fémur se vio articulando con los huesos de la tibia ubicada lateralmente y presentó un cuerpo más ancho que el peroné (figura 1-2). Su borde lateral fue más recto que el medial que tenía una forma más curva. El peroné se situó en posición medial y su cuerpo fue más delgado (figura 15- 2).

Se observó un gran espacio articular en todas las articulaciones del tarso formado por dos filas, una proximal y otra distal.

El astrágalo o intermedio se ubicó en la región media de la articulación en la fila proximal, articulando proximalmente con la tibia y distalmente con el peroné. La cara lateral del astrágalo articuló con el hueso calcáneo que fue de menor tamaño.

La segunda fila del tarso formada por los huesos tarsianos casi siempre se visualizaron superpuestos. Los metatarsianos del primer y quinto dedo eran de forma más cúbica que el resto de los metatarsianos los cuales presentaban forma alargada. Solo el quinto dedo ubicado lateralmente presentaba dos falanges una proximal y otra distal. El resto de los dedos presentaron una falange proximal, una media y una distal.

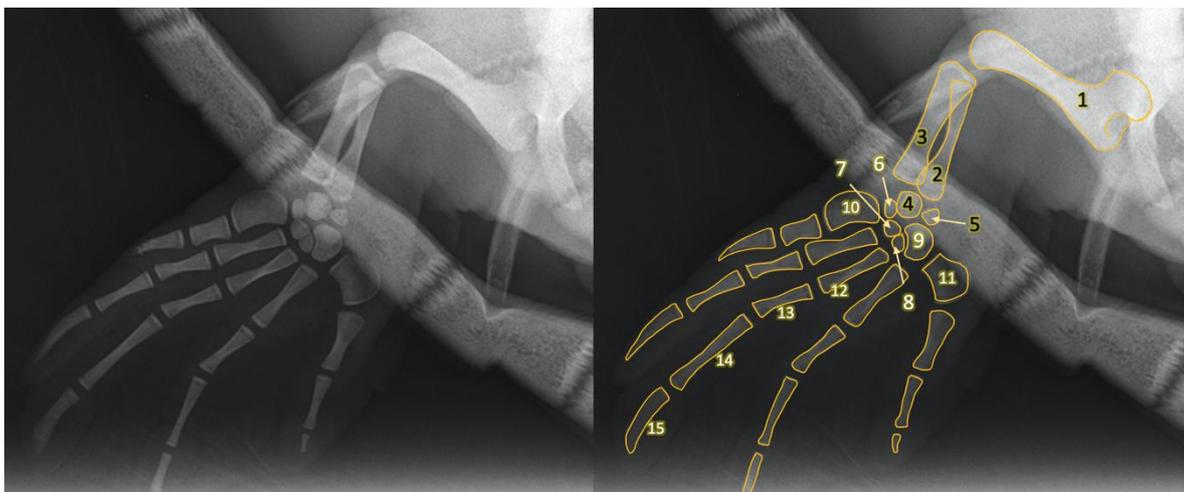


Figura 15. Radiografía dorso plantar de miembro posterior derecho donde se evidencia: 1) fémur, 2) peroné, 3) tibia, 4) intermedio o astrágalo, 5) calcáneo, 6) - 9) huesos tarsales, 10) metatarsiano 5to dedo, 11) metatarsiano del 1er dedo, 12) metatarsianos del 2do. al 3er. Dedo, 13) falange proximal, 14) falange intermedia, 15) falange distal.

5.1.9 Sistema respiratorio

Los pulmones de los animales muertos estudiados presentaban múltiples lesiones de tipo nodular caseoso y en muchos de ellos se visualizaron asimetrías de los lóbulos pulmonares.

Los pulmones (figura 16- 1, 2) se encontraban adheridos fuertemente desde su cara dorsal al caparazón y estaban separados en dos lóbulos de forma triangular con su base hacia craneal y el vértice hacia caudal.

La tráquea se bifurcaba unos cuatro centímetros antes de tomar contacto con el pulmón, donde fue reduciendo su diámetro gradualmente. No se reconocieron a simple vista ramificaciones bronquiales laterales.

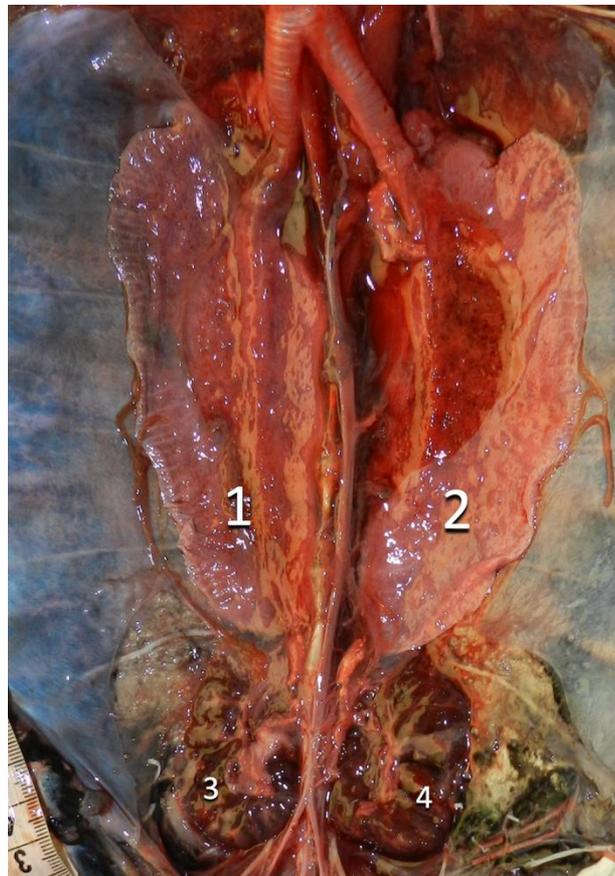


Figura 16. Ejemplar de tortuga verde vista ventral de una necropsia donde se visualizaron los pulmones (1 y 2), fuertemente adherido al caparazón y en relación con los bordes proximales de los riñones (3 y 4).

En las radiografías obtenidas en posición dorsoventral (figura 17), se observó el recorrido de la tráquea (figura 17- 2) a lo largo del cuello. Independientemente de la posición del cuello, se encontró desplazada levemente a la izquierda de la línea media. La visualización traqueal fue posible por el contenido de aire en el interior de la misma, que se tradujo como una estructura tubular radiolúcida (negra). Después de entrar a la región del cuerpo por debajo del caparazón, se bifurcó a nivel de la articulación de los cuerpos de la primera y segunda costilla en los bronquios derecho (figura 17- 3) e izquierdo (figura 17- 4), recorriendo un breve trayecto hacia lateral. Fue posible visualizar los grandes vasos pulmonares como líneas radiodensas paralelas a la columna vertebral.

En las radiografías, el tamaño pulmonar fue variable y dependiente del momento respiratorio al tomar la radiografía. Se obtuvo mayor contraste y tamaño cuando la radiografía se tomó en inspiración (figura 17), y menor en las radiografías obtenidas en espiración (figura 18).

Los pulmones se observaron superpuestos al caparazón y al plastrón diferenciándose por el contenido aéreo, el cual imprimió una imagen más radiolúcida que la del tejido circundante (figura 17- 1).

Se visualizaron los bordes pulmonares más o menos regulares, más anchos hacia craneal y más puntiagudos hacia la región caudal.

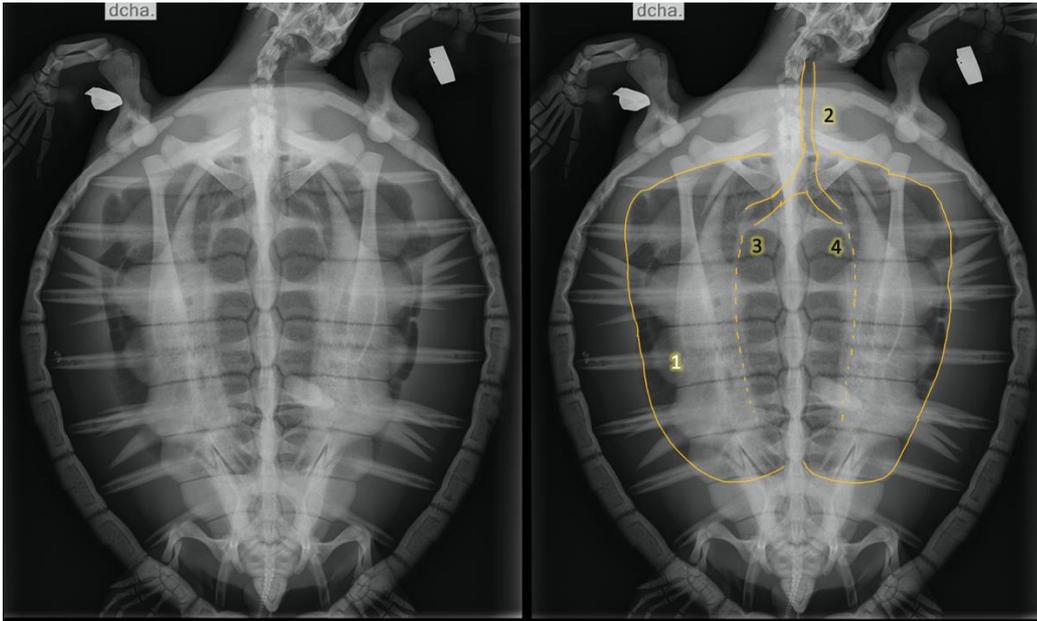


Figura 17. Radiografía en posición dorsoventral con el pulmón bien insuflado (inspiración). 1) campos pulmonares, 2) tráquea porción cervical, 3) bronquio derecho 4) bronquio izquierdo, vasculatura pulmonar principal (líneas punteadas).

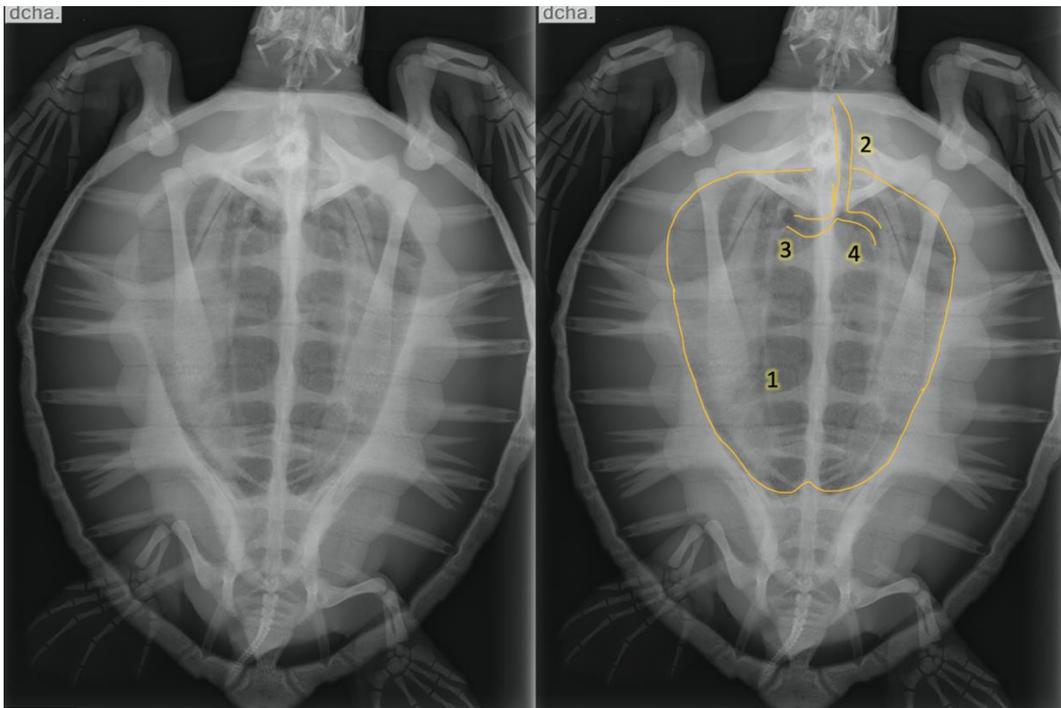


Figura 18. Radiografía en posición dorsoventral pulmón poco insuflado (espiración) 1) campos pulmonares, 2) tráquea porción cervical, 3) bronquio derecho, 4) bronquio izquierdo.

Al obtener imágenes ampliadas del pulmón fue posible diferenciar en el borde de estos (figura 19- 1) finas líneas radiodensas (blancas), que separaban los lóbulos pulmonares formando tabiques, (figura 19- 2) y que podían seguirse hacia la región medial del campo pulmonar. En la zona medial se visualizaron áreas en forma de anillos pequeños de paredes radiodensas muy finas correspondiendo a los tabiques, pero en posición transversal (figura 19- 6).

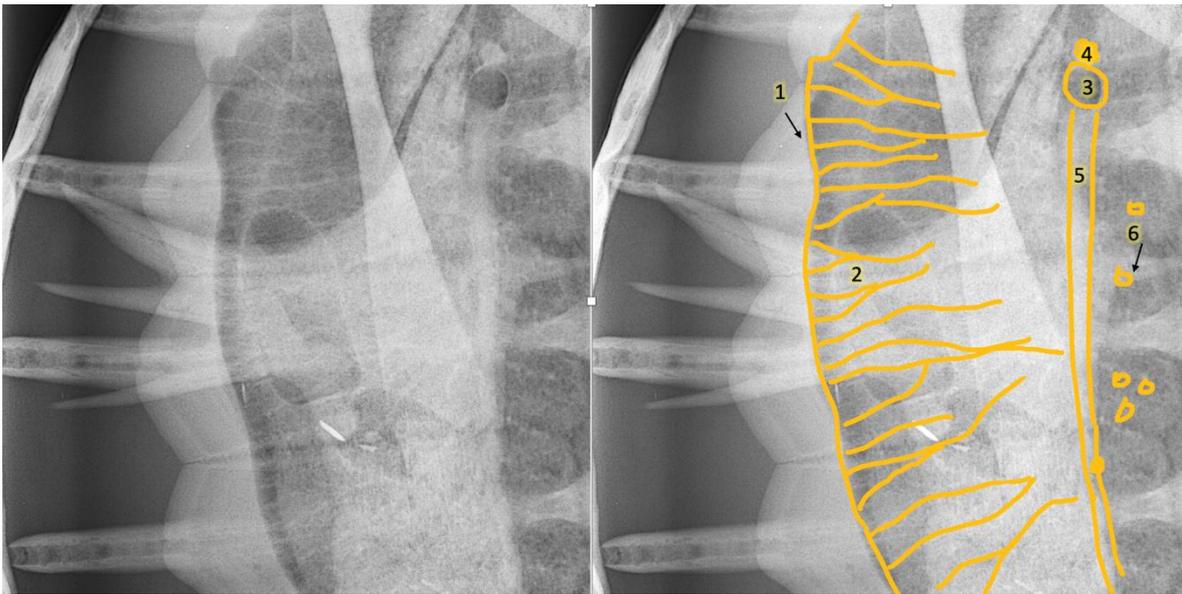


Figura 19: Radiografía dorsoventral de pulmón derecho con ampliación para ver detalle de trama pulmonar. 1) contorno pulmonar, 2) tabiques pulmonares visualizados longitudinalmente, 3) bronquio derecho, 4) arteria pulmonar derecha 5) grandes vasos del pulmón derecho 6) tabiques cortes transversales.

En las radiografías obtenidas en posición craneocaudal, se observaron los campos pulmonares (figura 21- 1) a cada lado de la columna vertebral y la superficie dorsal en contacto con los cuerpos costales. Se observó superposición de las costillas y no fue posible visualizar la tráquea.

En la región medial y ventral se observó a cada lado, el paquete de arteria (figura 21- 3), bronquio (figura 21- 2) y vena pulmonar (figura 21- 4) como una tríada de estructuras circulares, siendo las superiores e inferiores de radiodensidad de tejido blando (blanca) y la central radiolúcida (negra) por su contenido aéreo.

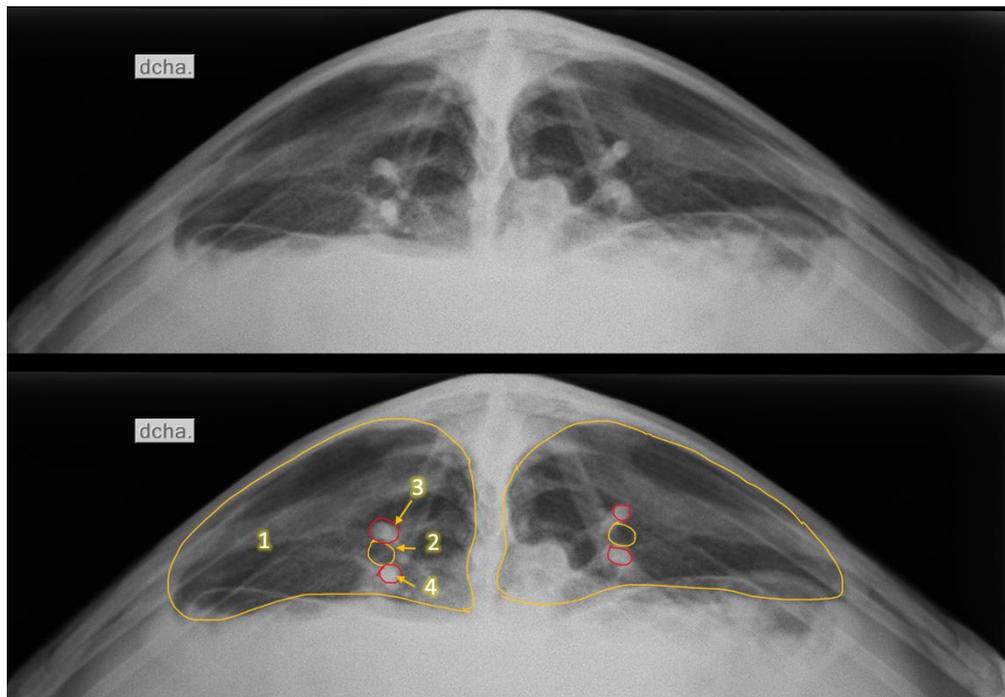


Figura 21. Radiografía de pulmón en Incidencia craneocaudal. 1) campos pulmonares, 2) bronquio principal, 3) arteria pulmonar, 4) vena pulmonar.

5.2 Ecografía

Para los estudios ecográficos tampoco fue necesario la sedación de los animales. Se realizaron a través del plastrón y de las ventanas acústicas cervicobraquiales, axilares y post femorales derecha e izquierda, donde fue posible la visualización de la mayoría de los órganos contenidos en la cavidad celómica.

Desde la región más caudal hacia craneal fue posible visualizar la vejiga urinaria, ambos riñones, intestino grueso, yeyuno, duodeno, estómago, bazo, hígado, vesícula biliar y corazón. En la mayoría de los casos se observó una cantidad moderada de líquido libre anecoico entre las vísceras.

5.2.1 Vejiga

La vejiga fue visualizada en la región caudal media desde la ventana acústica prefemoral derecha e izquierda, así como por la región caudal del plastrón (sobre la unión de los xifiplastrones). Se observó de tamaño variable según el contenido de orina presente al momento del estudio. Se identificó por su forma ovoide de pared brillante (figura 22- 1) y lisa que al medirla fue de aproximadamente 2,5 milímetros de espesor (figura 22- 2). El contenido cuando estaba presente era anecoico o libre de ecos correspondiendo a la orina.

No fue posible en ningún caso visualizar el ligamento dorsal de la vejiga mediante ecografía (figura 22- 3).

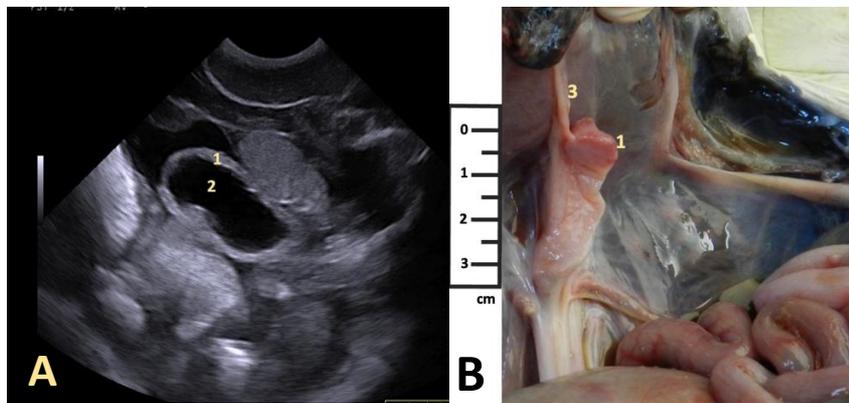


Figura 22: Vejiga urinaria. **A)** ecografía de vejiga. 1) pared de aspecto liso y espesor variable, 2) contenido liquido anecogénico en la luz. **B)** necropsia. 1) vejiga urinaria sin contenido, 3) ligamento dorsal.

5.2.2 Riñones

Los riñones se observaron en la región caudal y dorsal del celoma, el riñón derecho desde la ventana acústica pre femoral derecha y el riñón izquierdo desde la ventana pre femoral izquierda. En ambos casos se debió angular el transductor hacia el caparazón. Se presentaron como estructuras de bordes discretamente irregulares de forma alargada en los cortes longitudinales, con su eje mayor paralelo al plano mediano, con la porción craneal más ancha y de aspecto semilunar. Se ubicaron lateralmente a la vejiga urinaria (figura 23- 3). El parénquima renal (figura 23- 1), se presentó con una ecogenicidad media, de

ecotextura gruesa, y fue posible identificar el hilio (figura 23- 2) en la región más ancha y medial como una zona de menor ecogenicidad. No se diferenció la cápsula fibrosa del resto del parénquima (figura 24). Tampoco se visualizó en ningún ejemplar las glándulas adrenales.

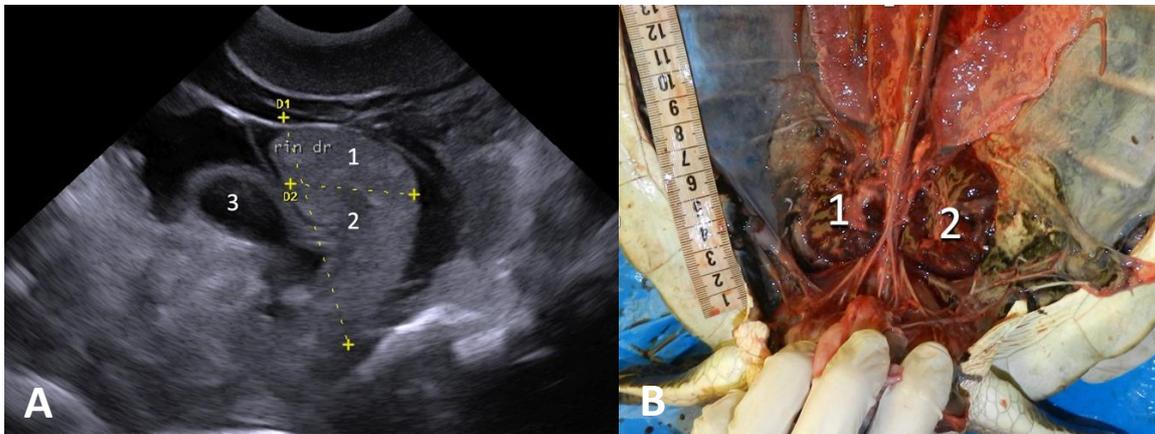


Figura 23. A) Ecografía de riñón izquierdo ventana acústica prefemoral derecha, corte sagital, 1) parénquima renal de ecogenicidad intermedia (gris) 2) hilio renal, de menor ecogenicidad. 3) vejiga urinaria **B)** necropsia vista ventral de ambos riñones (1 y 2) en posición caudal fuertemente adherido al caparazón y en relación con borde caudal de pulmones (1 y 2) y lateral a grandes vasos.



Figura 24. Riñones luego de separarlos del caparazón, se observó superficie rugosa, con una capa fibrosa que los recubría (cápsula serosa).

5.2.3 Colon

El colon fue mayormente visible a través de la ventana acústica prefemoral izquierda y a través del plastrón sobre placas abdominales y femoral izquierda, en cortes transversales y longitudinales. El contenido fue variable, desde semisólido a contenido altamente ecogénico con sombra acústica posterior, la pared siempre se observó delgada.

5.2.4 Intestino delgado

El intestino delgado se visualizó a través del plastrón sobre placas abdominales y femorales derechas y a través de la ventana pre femoral derecha e izquierda. Fue posible determinar distintos tipos de contenido (figura 25), desde semisólido, líquido y elementos de alta densidad que generaron sombra acústica posterior. Se determinó en varias oportunidades el peristaltismo intestinal por el movimiento de las asas intestinales. Cuando se encontraban vacías, el espesor de la pared fue de 4 mm y el diámetro de 15 mm. Fue posible observar la estratificación mural de manera constante (figura 26) siendo de adentro hacia afuera la capa serosa, muscular, submucosa y mucosa. El duodeno fue visible desde la ventana cérico braquial derecha y sobre las placas abdominal derecha e inframarginal derecha.

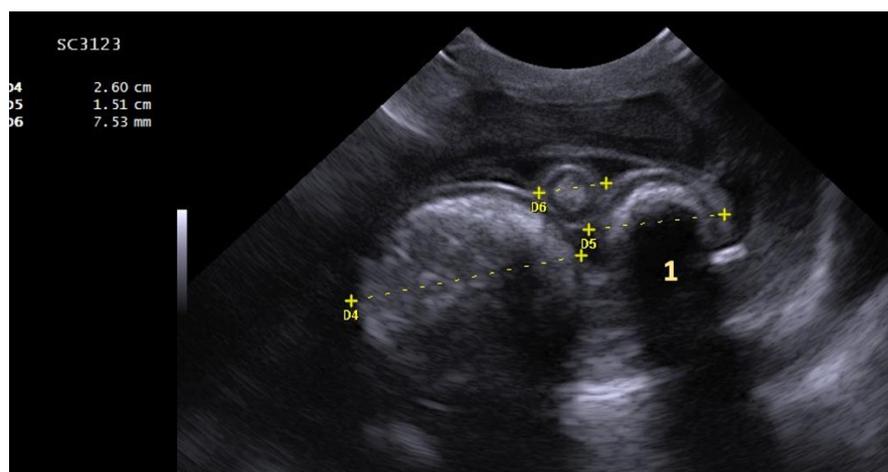


Figura 25. Ecografía intestinal mostrando distintos segmentos de intestino delgado en corte transversal, el contenido más denso genera sombra acústica posterior (1).

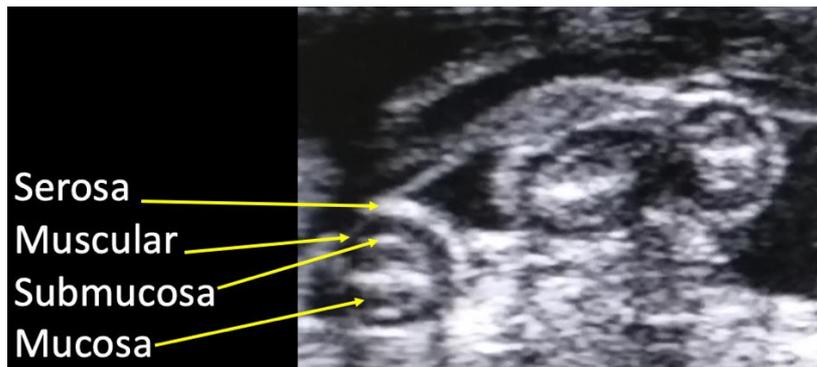


Figura 26. Ecografía de intestino delgado en posición transversal, sin contenido en la luz. Se visualizan las distintas capas que conforman la pared.

5.2.5 Estómago

El estómago se visualizó desde el lado izquierdo sobre placas abdominales y pectorales izquierdas, también desde la ventana acústica cérvico braquial y posbraquial izquierda. Presentaba un contenido variable, la mayoría de las veces semilíquido o gaseoso. Sus paredes se vieron de aspecto irregular debido a los pliegues de la mucosa y midieron aproximadamente 3,5 mm (figura 27A).

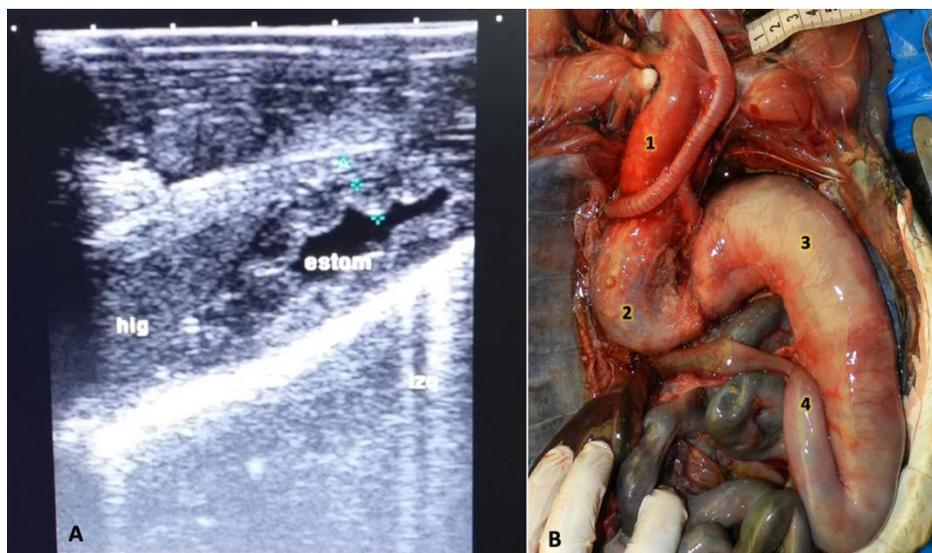


Figura 27. A) Ecografía del estómago, en contacto con lóbulo izquierdo del hígado. Se observan pliegues de la mucosa y contenido líquido (anecoico). **B)** necropsia de tortuga verde. Se observa el estómago desde vista ventral ubicado en la mayor parte del lado izquierdo del celoma. 1) esófago, 2) buche, 3) cuerpo del estómago, 4) región pilórica.

5.2.6 Hígado

El hígado se visualizó desde el lado derecho sobre placas pectoral e inframarginal derecha y desde la ventana acústica cérvico braquial derecha. El hígado se identificó como un órgano sólido de bordes puntiagudos (figura 28), de parénquima ecogénico y ecotextura fina similar al de los mamíferos. Se visualizaron estructuras vasculares longitudinales y transversales con un centro anecoico y paredes ecogénicas. La cápsula hepática se observó ecogénica y de bordes lisos. El lóbulo o porción derecha (figura 29- 2) terminaba en forma aguzada o puntiaguda hacia la zona caudal. La vesícula biliar se observó de forma circular y ovalada mayoritariamente a través del hipoplastrón derecho y ventana cérvico braquial derecha con pared ecogénica fina y una cantidad de contenido variable de aspecto anecoico (figura 28- vb).

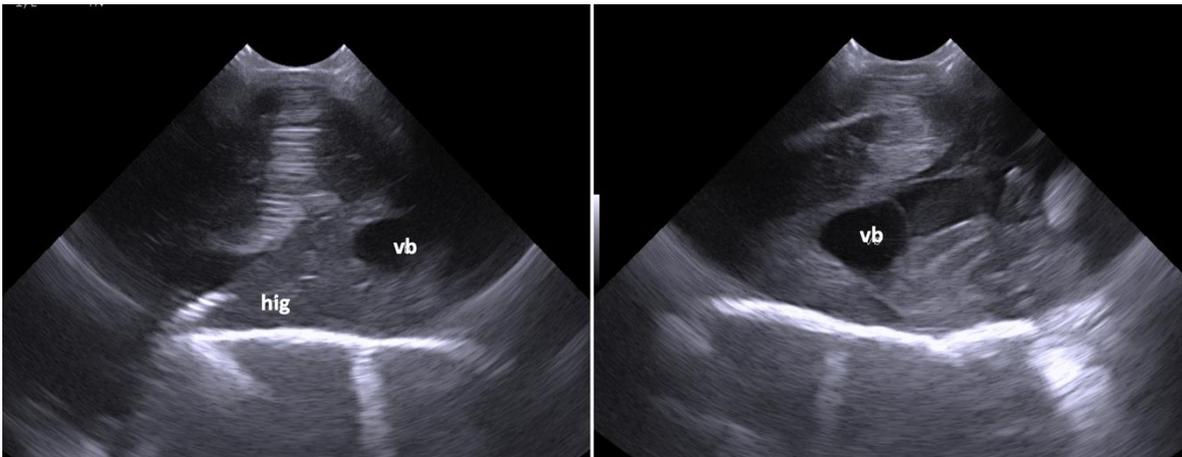


Figura 28. Ecografía hepática. Visualización a través de ventana prehumeral derecha. Parénquima hepático (hig), vesícula biliar (vb).

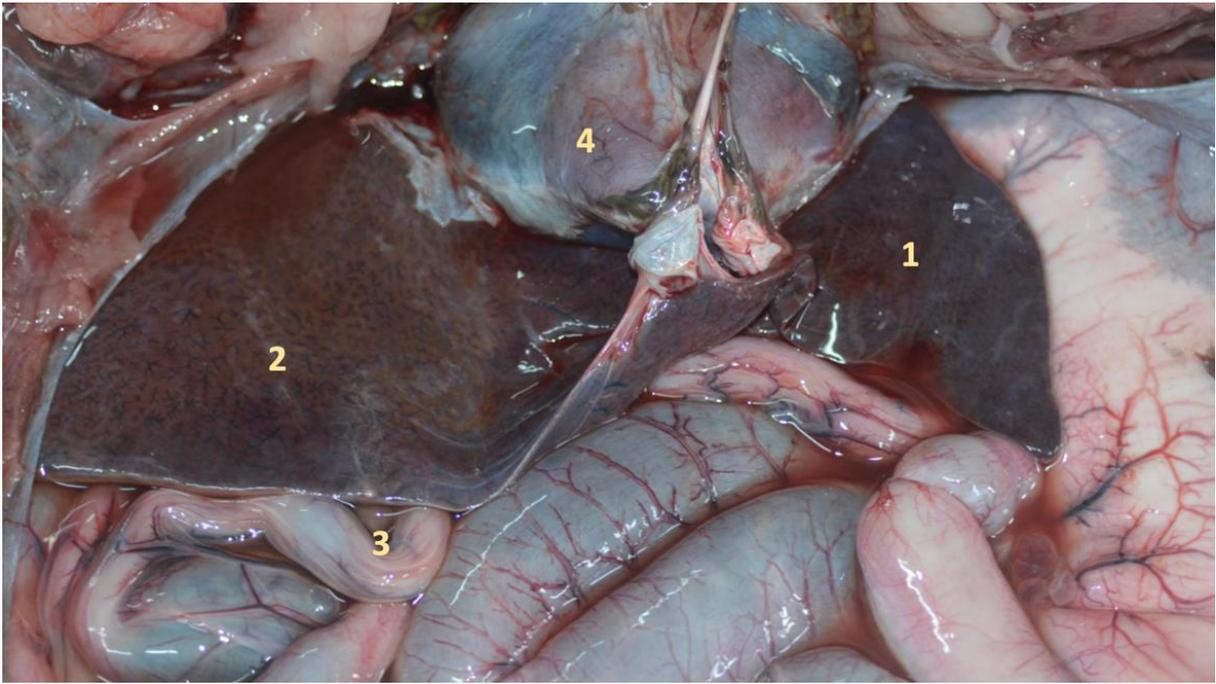


Figura 29. Necropsia de tortuga verde luego de haber retirado los músculos pectorales. Vista ventral. Se reconoce el hígado con el lóbulo izquierdo de dimensiones menores (1), el lóbulo derecho de mayor tamaño (2), vesícula biliar (3) y el corazón (4).

5.2.7 Bazo

Este órgano no fue visto en todos los ejemplares. Cuando se reconocía el bazo tenía forma redondeada, bordes lisos, parénquima sólido y ecogénico altamente vascularizado. De posición variable fue localizado mayormente a través del hipoplastrón izquierdo y región media del plastrón entre las placas abdominales. La medida promedio de largo y ancho obtenida fue de aproximadamente 2,0 x 1,3 cm. (figura 30).

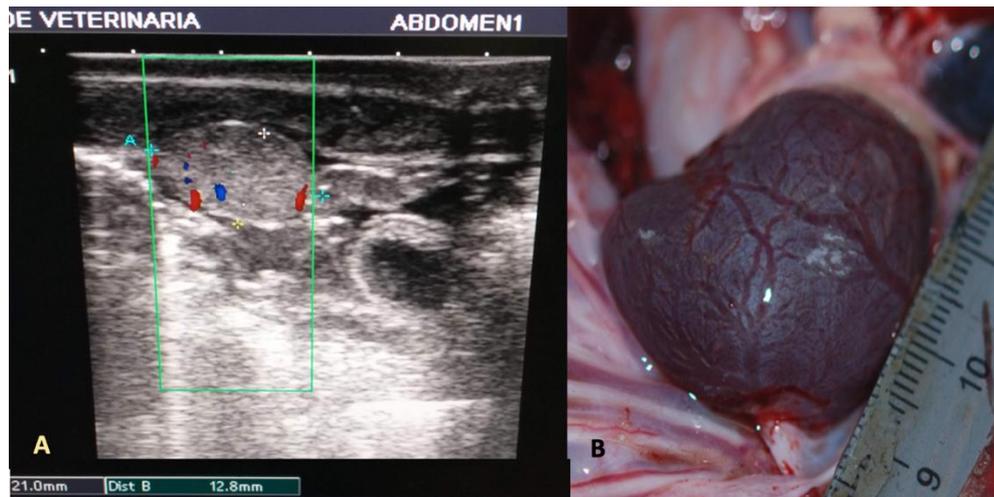


Figura 30. A) Ecografía de Bazo, los colores en la imagen representan flujo sanguíneo. B) En la necropsia el bazo se encontró en la región media en relación con duodeno y páncreas. De superficie lisa, forma redondeada y altamente vascularizada.

5.2.8 Corazón

El corazón se visualizó sobre la línea media, inmediatamente debajo del epiplastrón, entre las placas humerales y se observó en contacto con el hígado (figura 31). Se visualizó tres cámaras cardiacas, la mayor y caudal correspondió al ventrículo (figura 32) y las dos menores craneales a las aurículas (figura 32- 2 y 3). En todos los ejemplares de tortugas se visualizó una pequeña cantidad de líquido (figura 32: flecha) anecoico entre el miocardio y el pericardio de aspecto anecogénico o anecoico. El vaso sanguíneo visualizado que emergía del ventrículo fue un tronco principal que inmediatamente a la salida cardiaca se bifurcaba (figura 32- 4) y correspondía a la aorta. Los latidos cardiacos evaluados en tiempo real variaron de 14 a 20 latidos por minuto.



Figura 31. Ecografía cardíaca vista en ventana plastrónica (entre ambas placas pectorales), se visualizó la cavidad ventricular del corazón (cor), el parénquima hepático (hig).

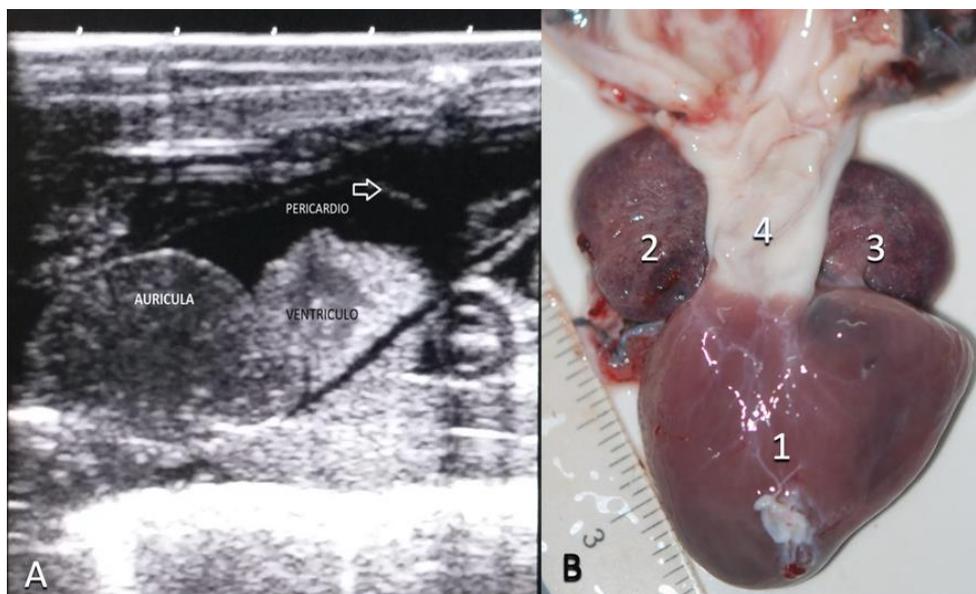


Figura 32. A) Ecografía cardíaca, corte en plano sagital por ventana plastrónica entre ambas placas pectorales. Se observó aurícula y ventrículo en sístole, saco pericárdico y escasa cantidad de líquido pericárdico. **B)** Corazón fresco, luego de retirado el pericardio 1) ventrículo, 2 y 3) aurículas, 4) aorta.

6. DISCUSIÓN

En todos los animales evaluados se recopiló la mayor cantidad de información respecto de su anatomía, pues representa parte importante del conocimiento que requieren los especialistas para el diagnóstico, tratamiento y pronóstico de estos ejemplares y de esta manera ayudar en los diagnósticos y la evolución de las dolencias que puedan presentar y así tener mayores posibilidades de reinserción a su hábitat natural.

6.1 Radiografía

Aunque la radiografía del sistema esquelético de las tortugas es a menudo complicada principalmente debido a las superposiciones creadas por el caparazón, la columna, arcos costales y cintura pélvica (Abou-Madi et al., 2004), en general los resultados obtenidos mediante radiografías en este trabajo permitieron la evaluación de gran parte del esqueleto e incluso en el proceso del mismo, detectar patologías como fracturas, luxaciones y lisis ósea.

6.1.1 Sistema esquelético

Si bien existen diferencias anatómicas sustanciales entre los quelonios y los pacientes de especies de mamíferos domésticos (Wilkinson et al., 2004), también se encontraron diferencias al comparar las tortugas marinas con las tortugas terrestres. Una de las diferencias más importante radicó en la forma y la disposición de las estructuras dentro del caparazón.

Una característica de los quelonios de hábitos acuáticos es la osificación retrasada, no solo de los huesos de las aletas, sino de los huesos del esqueleto en general, quedando una gran cantidad de cartílago en las articulaciones (Williston, 1925). Esta característica fue vista en todos los ejemplares estudiados, debido a la etapa juvenil de los mismos, observándose en las regiones distales de cada hueso largo un espacio radiolúcido (negro) característico del tejido cartilaginoso en crecimiento.

Todas las tortugas poseen un caparazón el cual tiene claramente un valor adaptativo por su protección física, aunque también se les conoce otras funciones como por ejemplo depósito de agua, grasa o desechos inorgánicos (Gilbert et al., 2001). La tortuga verde al igual que otras tortugas marinas, posee un caparazón aplanado que le brinda una forma hidrodinámica para la natación a diferencia de las tortugas terrestres (Limpus et al., 1992).

El caparazón contiene costillas, placas óseas carapaciales, y una zona ventral de huesos intramembranosos que forman un plastrón específico en esta especie. El caparazón contiene elementos esqueléticos axiales endocondrales, que durante su evolución ha requerido múltiples cambios esqueléticos y musculares, incluido el ensanchamiento de las costillas y el acortamiento del tronco (Rice et al., 2016).

En su vista dorsal, se observan en el centro las placas neurales equivalentes al extremo de las apófisis vertebrales de los mamíferos, con la diferencia de que en las tortugas poseen una forma plana y están unidos a las vértebras torácicas (Cáceres et al., 2019). El primer neural se une por una articulación de tipo sutura al margen posterior del hueso nuchal y no se pudo individualizar del resto de las placas neurales por estar superpuesta al entoplastrón y a las últimas vértebras cervicales. El último neural se une al margen anterior del hueso pugal, y fue posible diferenciarlo. Cada neural está unido lateralmente a un hueso costal los cuales se extienden desde los neurales hacia la periferia (Gilbert et al., 2001). Estos huesos y sus distintas uniones por sutura fueron visibles en las radiografías dorsoventrales.

La tortuga verde posee ocho pares de costillas, más largas que anchas al compararlas con la cabeza estudiada por Valente et al. (2007) y cada una está íntimamente asociada por medio de suturas con sus costales vecinos. El borde distal de cada costilla se une a los huesos periféricos, pero generalmente no ocurre hasta las etapas posteriores del crecimiento luego de la eclosión, dejando abierto un anillo periférico llamado fontanela que rodea la punta distal de cada costilla (Cáceres et al., 2019). Estas aberturas no se encuentran en los caparazones de tortugas terrestres y son más amplias que en las tortugas cabezonas.

El hueso nual forma el margen anterior del caparazón, que sobresale pero no está unido a la vértebra cervical posterior. En la tortuga cabezona posee una escotadura (Valente et al., 2006), mientras que en la tortuga verde ese borde es más convexo.

Los huesos pigial y suprapigial forman la parte posterior del caparazón. Estos huesos no tienen contacto con las vértebras y las costillas, pero se proyectan sobre el sacro y la pelvis. Los huesos periféricos forman el borde del caparazón. Antes de entrar en contacto con las costillas, forman una cavidad alrededor de la punta distal de las costillas dos a ocho (Wyneken, 2001). Generalmente fueron 22 los huesos periféricos reconocibles radiológicamente en nuestro trabajo.

Se estima que la aparición de los huesos del plastrón en las tortugas es el resultado de modificaciones de la cintura pectoral. Este está compuesto por nueve huesos, dos epiplastrones anteriores forman el borde anterior del plastrón y son homólogas a las clavículas de otros tetrápodos. El entoplastrón es un único elemento en la región media, homólogo al interclavical de otros tetrápodos, el cual es un carácter diagnóstico de la especie (Wyneken, 2001). En las radiografías obtenidas en posición dorsoventral siempre queda superpuesto a la columna dorsal, por lo que su identificación resulta dificultosa.

Gilbert et al. (2008) describen en su estudio de quelonios, la presencia de dos hioplastrones anterolaterales, los cuales presentan indentaciones en su borde externo, y en la mayoría de los individuos una única prolongación en su borde interno, dos hipoplastrones posterolaterales y dos xifiplastrones posteriores. Según las imágenes publicadas por Valente et al. (2007) en las tortugas cabezonas las indentaciones internas de ambos hioplastrones son múltiples. En las tortugas verdes estudiadas, los hioplastrones presentaron solo una interna, una superior e indentaciones a lo largo de sus bordes externos.

Otra diferencia anatómica radica en la forma del cuello. Muchas tortugas acuáticas y semiacuáticas han desarrollado cuellos notablemente largos que utilizan para capturar presas bajo el agua (Pritchard, 1984). Además, retraen su cuello hacia el interior del caparazón para protegerlo frente a depredadores. El cuello retraído dentro del caparazón genera una superposición radiográfica de

estructuras y produce cambios en la posición de los campos pulmonares y de la tráquea según lo estudiado en otros trabajos (Gaudron, 2001; Mans et al., 2013). Esta superposición no sucede con las tortugas marinas, ya que no pueden retraer el cuello dentro del caparazón, sino que solo producen movimientos en el sentido lateral, dorsal y ventral, por lo que, en las radiografías las estructuras del cuello se visualizan sin superposiciones.

Las tortugas marinas, incluyendo a la tortuga verde observada por nosotros, poseen ocho vértebras cervicales a diferencia de lo descrito por Carvalho (2004), que menciona la presencia de seis vertebras en la especie de tortuga terrestre *Chelonoidis carbonaria*.

En la radiografía en vista dorsal, las extremidades anteriores al ser aplanadas dorsoventralmente emergen casi completamente fuera del borde del caparazón, mientras que las extremidades posteriores al ser más cortas apenas sobresalen fuera del caparazón, al igual que lo observado por Cáceres et al. (2019).

Según Renous et al. (2007) se observan variaciones significativas en la morfología de las extremidades en especies de vida acuática, reconociéndose distintos tipos de apéndices de natación: patas en forma de paletas pequeñas que consisten en dedos móviles que tienen garras largas y redes cortas (encontradas en la mayoría de las tortugas de agua dulce, con diferentes cantidades de membranas entre los dedos de las patas delanteras y traseras). Las tortugas de agua dulce altamente acuáticas poseen dígitos móviles largos conectados por una red expandida con garras reducidas y aletas largas y rígidas (borde anterior más largo que borde posterior en las tortugas marinas).

En las tortugas marinas el carpo es ancho y plano. El hueso radial y el intermedio son más o menos alargados, el hueso ulnar es pequeño y el central grande. El pisiforme es grande y ha perdido su ubicación primitiva, adhiriéndose al cúbito y al quinto metacarpiano o solo al último (Williston, 1925), hemos visto que el hueso pisiforme en las tortugas verdes adopta una posición medial al carpo y no posterior como sucede en los mamíferos. A su vez es ligeramente más alargado en comparación a las tortugas cabezonas.

La extremidad posterior está conformada por el fémur, tibia y peroné, huesos tarsianos, metatarsianos y las falanges de los cinco dígitos. En todos los reptiles estrictamente acuáticos los dedos son alargados (Maneyro et al., 2019).

El estudio radiográfico de los miembros se limita a un solo plano debido a su posición y forma plana, los huesos por separado solo son visibles y sin superposiciones en proyección dorsoventral. Las aletas caudales son más cortas que las anteriores y siempre quedaron superpuestas a la parte posterior del caparazón.

En cuanto a la pelvis, las diferencias morfológicas más notorias en comparación a los mamíferos, es la ubicación de éstos en relación con la columna vertebral. Esta diferencia de ubicación fue descrita anteriormente en la tortuga cabezona por Valente et al. (2006) en el cual el pubis es visiblemente craneal al acetábulo, en una posición parecida a la del ilion del mamífero. El isquion es visible en una posición análoga al pubis del mamífero, y el ilion es visible caudal al acetábulo, análoga a la del isquion de los mamíferos. Esta misma disposición fue encontrada en los ejemplares de tortuga verde.

6.1.2 Pulmones

Debido a los principios físicos de la radiografía, el contraste generado por el aire contenido en el pulmón permitió una visualización de alta calidad de las vías respiratorias, incluyendo la tráquea y los bronquios principales.

Los campos pulmonares fueron identificados fácilmente en la vista dorsoventral de la misma manera que en la tortuga cabezona estudiada por Valente et al. (2006). Tanto las proyecciones dorsoventrales como las craneocaudales brindaron información de la forma, tamaño, simetría y contenido aéreo.

Las tortugas marinas poseen, junto con los cocodrilos y los lagartos varánidos, los pulmones más complejos entre los reptiles (Perry et al., 1989). El pulmón de los quelonios posee variaciones en comparación con los de los mamíferos ya que se compone de grandes espacios de aire intercalados con bandas de tejido muscular

y conectivo, con la apariencia de un panal con una cavidad central (Wilkinson et al., 2004). Esta característica de conformación fue visible en las radiografías obtenidas en incidencia dorsoventral, donde reconocíamos las bandas de tejido muscular como líneas radiodensas en la periferia pulmonar en forma de tabiques cuando la visualizábamos en cortes loingitudinales o como anillos en cortes transversales.

Debido a la diferencia estructural pulmonar, los términos utilizados para el estudio radiográfico del pulmón de los mamíferos tales como alveolar, intersticial, bronquial y pleural, no deberían aplicarse en el diagnóstico de estos pacientes (Wilkinson et al., 2004).

A pesar de que los quelonios no poseen un diafragma muscular funcional que separe las cavidades torácica y abdominal, los pulmones izquierdo y derecho están separados por una fuerte membrana vertical (McArthur, 2004). En las radiografías obtenidas no se visualiza esta membrana debido a que queda superpuesta a la columna vertebral.

Según Perry et al. (1998) los pulmones se extienden caudalmente desde la región nucal por aproximadamente 50 a 78% de la longitud del caparazón (por ejemplo, *Caretta caretta*, *Gopherus agasszi*, *Testudo graeca* y *T. scripta* abarcan este rango). Los pulmones de la tortuga cabezona estudiada por Valente et al. (2007) se extendieron desde la primera a la octava vértebras dorsales mientras que en la tortuga verde estudiada por nosotros los pulmones no se extendieron más allá de la séptima vértebra, independientemente de los distintos momentos inspiratorios al radiografiarla.

Al igual que en el trabajo de Valente et al. (2006) la vasculatura pulmonar de la tortuga verde fue visible en proyección dorsoventral, viéndose superpuestas la arteria y la vena pulmonares principales, extendiéndose longitudinalmente en cada pulmón. Al igual que lo descrito por Fleetwood y Munnell (1996), el bronquio intrapulmonar principal se fue estrechando a medida que avanzaba distalmente a través del pulmón y no se visualizaron ramificaciones bronquiales.

La tráquea se identificó en la incidencia dorsoventral siempre del lado izquierdo de la columna cervical, donde en las incidencias craneocaudales, adoptó una posición vertical para luego bifurcarse y formar los dos bronquios largos y extrapulmonares visibles a nivel de la segunda vértebra dorsal o primera costilla, al igual que lo observado por Valente et al. (2006) en la tortuga cabezona.

El detalle de los órganos celómicos en la incidencia dorsoventral fue escaso y solo se identificaron asas intestinales cuando se encontraban dilatadas por contenido gaseoso o por poseer elementos radiopacos como conchas de moluscos, metales o plásticos densos tal como en el estudio de Valente et al. (2006). La radiografía permitiría diagnósticos de patologías intestinales según lo mencionado en el trabajo realizado por Helmick et al. (2000), donde fue posible el diagnóstico de un vólvulo a través de la radiografía simple debido a la gran dilatación gaseosa de los intestinos. Valente et al. (2006) identificaron también que la inyección de material de contraste radiopaco administrado a través de la cloaca en tortugas muertas permite la visualización de la parte caudal del intestino grueso y la identificación de la vejiga urinaria. La posición de los riñones se reconoció radiográficamente solo cuando la vasculatura renal se llenó con agente de contraste.

6.2 Ecografía

Para una exploración ecográfica de calidad se requiere una sólida comprensión de los principios físicos del diagnóstico ecográfico. La calidad de la imagen dependerá de la interacción del sonido con el tejido y del uso hábil de los controles del ecógrafo. La interpretación exacta depende directamente de la diferenciación entre la anatomía normal y la anormal. Al contrario que con otras técnicas de imagen, es necesario realizar la interpretación en el momento de realizar el estudio (Nyland y Mattoon, 2004) y así poder relacionar los distintos órganos y su ubicación anatómica.

En la medicina de animales silvestres, donde muchas de las especies que se manipulan presentan diferentes grados de conservación, la necesidad de una forma precisa, sin dolor y segura de brindar atención veterinaria es imprescindible

(Hernández-Divers, 2008). La ecografía cumple con estos criterios y ha demostrado que es beneficioso, aun en animales como las tortugas. En las mismas, el diagnóstico de enfermedades es difícil puesto que los signos de enfermedad son escasos y las manifestaciones de signos clínicos solo pueden verse en las últimas etapas de la enfermedad.

Para la exploración ecográfica se han utilizado gran variedad de sondas o transductores, como los lineales de frecuencias de 5 a 7 Mhz (Rostal et al., 1990; Casares et al., 1997), o los convexos utilizados en tortugas de mayor tamaño y de frecuencias de 3,5 o 5 MHz (Whitaker y Krum, 1999). Los exámenes de ultrasonido han demostrado ser un método eficiente para el estudio de la reproducción, en el monitoreo y el desarrollo de la actividad ovárica en tortugas marinas y la actividad reproductiva en machos adultos (Rostal et al., 1990; Valente et al., 2007).

Según Sönmez (2019), las tortugas verdes anidadoras más pequeñas registradas en su trabajo midieron más de 72 cm. Esto implica que para alcanzar la madurez sexual deben alcanzar un tamaño mayor al de los ejemplares estudiados por nosotros. Es por este motivo que no se realizó el estudio de las gónadas a través de ecografía.

Se ha propuesto que, debido a la presencia del caparazón, el acceso a la cavidad celómica estaría restringida a las regiones expuestas de tejido blando como la región inguinal (Penninck, 1991; Canni, 1998, Pees, 2011) y también, por las regiones cérico braquial, axilar, pre y postfemoral (Wilkinson, 2004; Valente et al., 2006). Las variables anatómicas entre distintas especies de tortugas poseen diferencias sobre la facilidad de acceso para el estudio ecográfico. Las tortugas marinas poseen fosas cervicales e inguinales relativamente abiertas, mientras que las tortugas terrestres y algunas acuáticas que retraen los miembros tienen aberturas estrechas y por lo tanto son más difícil de escanear.

Para Gaudron (2001) las sondas de exploración lineal no son adecuadas para los exámenes de ultrasonido de los quelonios, debido a que la superficie de contacto es demasiado grande para coincidir con las áreas pequeñas que se ofrecen en las tres vistas clásicas. Menciona, además, que solamente en adultos grandes con descalcificación o en jóvenes donde el caparazón aún se encuentra fusionado,

sería posible visualizar la cavidad celómica a través del plastrón. Sin embargo, en el presente estudio el uso de transductor lineal a través del plastrón fue satisfactorio y permitió mayor resolución, detalle de las vísceras y exploración del corazón.

En las tortugas cabezonas juveniles, Valente et al. (2007) observaron una amplia ventana entre el hioplastrón izquierdo y derecho al igual que en nuestro trabajo con tortugas verdes. Esto no sería posible en tortugas terrestres donde los huesos del hioplastrón y el endoplastrón están unidos formando una placa ósea única que cubre toda la superficie ventral de la cavidad celómica (McArthur et al., 2004).

6.2.1 Vísceras

El hígado es un órgano bilobulado que se encuentra en la región craneal de la cavidad celómica. El parénquima hepático sano es de consistencia firme, de superficie lisa, tiene bordes redondeados y el color es homogéneo variando entre púrpura oscuro a marrón (Flint et al., 2009), tal como comprobamos en las necropsias realizadas.

Se reconocen dos lóbulos, siendo el derecho de mayor tamaño y albergando a la vesícula biliar en su cara visceral (Wyneken, 2001). Ecográficamente se reconoce como un tejido bien definido, homogéneo y moderadamente ecodenso. Ambos lóbulos derecho e izquierdo fueron identificables en nuestro trabajo y el parénquima hepático y los vasos principales fueron similares en apariencia a los del perro (Nyland et al., 2015). Según Wilkinson (2004), la vesícula biliar se presenta de paredes delgadas, redonda e hipoecoica y estando constantemente presente en el lóbulo derecho cerca de su borde caudal. El contenido de la vesícula en nuestro trabajo siempre ha sido anecoico independientemente del estado de ayuno, a diferencia de lo encontrado por De Majo (2016) en dos individuos de tortuga cabezona que, en condiciones de ayuno, presentaban sedimento ecogénico con sombra acústica.

Según Wilkinson (2014), el bazo se encuentra a la derecha de la línea media, inmediatamente caudal al hígado en la curva del duodeno en el centro de la cavidad celómica. El bazo es ovoide y relativamente pequeño. En nuestro trabajo

el bazo no siempre fue visible y cuando se identificó se encontró en la región media craneal del celoma, con borde liso y regular y con parénquima homogéneo, de ecotextura fina. Su ecogenicidad fue similar a la del hígado y muy vascularizado al estudio doppler.

El estómago de las tortugas es grande y similar al de los mamíferos. En las necropsias lo encontramos sobre el lado izquierdo del animal y adherido por su lado cóncavo al lóbulo izquierdo del hígado a través del ligamento gastrohepático tal como lo mencionado por Gaudron (2001). Ecograficamente en el estómago de las tortugas verdes estudiadas, fue posible observar pliegues suaves en el área del fundus, cuando este contenía líquido en su luz, pero no siempre fue identificado, posiblemente por el ayuno prolongado de muchos de los ejemplares.

El intestino delgado fue ubicado en la región caudal de la cavidad celómica y no fue posible reconocer claramente la división de las distintas porciones en duodeno, yeyuno e íleon. El intestino comienza en el píloro con el duodeno que corre caudal al hígado y está conectado al lóbulo hepático derecho por el ligamento hepatoduodenal tal como lo descrito por McArthur (2004).

Según Fleetwood et al. (1996) y Pease et al. (2017), en las tortugas marinas gran parte del intestino se puede visualizar a través de las ventanas prefemorales izquierda y derecha. En nuestro trabajo fue posible la visualización desde la ventana acústica prefemoral izquierda y derecha pero también desde el plastrón a nivel de las placas abdominales y femorales derechas.

La anatomía ecográfica del intestino delgado es similar a la de los mamíferos con cinco capas de pared visualizadas, pero la pared del intestino grueso es más delgada y tiene capas poco visibles. Al igual que en la ecografía de tortugas terrestres estudiadas por Casares (1997), en las tortugas verdes la pared intestinal fue visible, excepto cuando los intestinos estaban llenos de gas generando un artefacto llamado cola de cometa.

Al igual que en el estudio realizado por De Majo (2016), observamos distintos tipos de contenido en el intestino. Contenidos sólidos con sombra acústica atribuible posiblemente a cuerpos extraños densos, como desechos plásticos dentro del tubo digestivo, material ecogénico sin sombra acústica, y presencia de líquido en las asas de intestino delgado. Cuando el contenido era

predominantemente líquido, permitió una excelente visualización de la estratificación de las paredes. Con la ecografía también pudimos determinar presencia o ausencia de peristaltismo intestinal en tiempo real. En los estudios de Fleetwood et al. (1996) pudieron detectar mediante ecografía la presencia de cuerpos extraños lineales como líneas de pesca que generaban edema en la pared intestinal y reducción de la motilidad intestinal. Solo en uno de los ejemplares de tortuga verde pudimos observar como una línea de pesca generaba plizamiento intestinal y obstrucción.

En el corazón de las tortugas verdes estudiadas, observamos características anatómicas similares a otras tortugas marinas estudiadas por Wyneken (2001) y Wilkinson (2004) ya que este órgano se encuentra inmediatamente por encima del plastrón. La posición del corazón en la tortuga verde fue además similar a la que se encuentra en las tortugas terrestres (McArthur et al., 2004) y acuáticas (Martorell et al., 2004).

Las aurículas izquierda y derecha son de tamaño similar con paredes delgadas y están separadas de un único ventrículo de paredes gruesas por válvulas aurículo ventriculares muy ecogénicas, cuyo movimiento es visible con ecografía en tiempo real. Los valores de frecuencia cardíaca de las tortugas verdes estudiadas mediante ecografía variaron entre 14 y 20 latidos por minuto, estos valores fueron levemente inferiores a las especies acuáticas estudiadas por Martorell et al. (2004) las cuales presentaron frecuencias de entre 17 y 38 latidos por minuto.

Mediante ecografía, la mayoría de las tortugas estudiadas por nosotros presentaron una escasa cantidad de líquido en el pericardio, como lo mencionan Wilkinson et al. (2004) en observaciones no publicadas, Meireles et al. (2016) en tortugas terrestres y por Flint et al. (2009) donde mencionan que en las necropsias de tortugas marinas sanas el corazón se baña en pequeñas cantidades (1-3 ml) de un líquido transparente de incoloro a amarillo.

Los quelonios tienen dos riñones, ubicados en la cavidad retrocelómica caudal y están en estrecha asociación con el caparazón, craneal a la cintura pélvica y caudal a los pulmones (McArthur et al., 2004). Al igual que otros autores (Canni et al., 1998; Martorell et al., 2004; Valente et al., 2007) visualizamos a los riñones a través de las ventanas acústicas prefemoral izquierda y derecha, de forma

simétrica, lobulares, elípticas y de ecogenicidad media a alta con cápsula brillante. En el corte del eje largo se podía ver una vena central, correspondiente al hilio vascular renal comprobado mediante el uso de doppler color. Tanto en el trabajo de estos autores como en el nuestro no se pudieron visualizar los uréteres. Pero sí se observó la vejiga urinaria con distintos grados de repleción en la región caudal media y visible desde las ventanas acústicas postfemorales derecha e izquierda.

Al igual que en el trabajo de Boyer y Boyer (1996), tanto el páncreas, como las glándulas suprarrenales no pudieron visualizarse, probablemente debido a su pequeño tamaño y ubicación central dentro de la cavidad celómica.

7. CONCLUSIONES

Los datos anatómicos encontrados en el presente estudio son similares a los que se describen en estudios de otras tortugas marinas y difieren en comparación a tortugas terrestres.

Mediante la radiografía se pudo describir la estructura ósea y proporcionar condiciones comparables para una mejor comprensión de la anatomía.

Además con la técnica radiográfica se puede evaluar el normal posicionamiento de la anatomía esquelética. Proporciona una valiosa información para explorar tráquea, bronquios y campos pulmonares, revelando posición normal, estado de aireación y simetrías. Se requieren más de una incidencia para resolver el problema de la superposición de las estructuras

Con la exploración ecográfica se logró una técnica dinámica de exploración donde se pudo evaluar gran parte de la cavidad celómica en tiempo real, proporcionando no solo la morfología, tamaño, alteraciones y situación de los órganos, sino también, frecuencia cardíaca y motilidad intestinal.

Ambos métodos de obtención de imágenes resultan accesibles y complementarios para la exploración de animales que se encuentren bajo observación en búsqueda de posibles alteraciones que afecten su salud.

Perspectivas a futuro

La información obtenida en este trabajo servirá como herramienta en la rehabilitación de individuos que lleguen a centros de cuidado, puesto que aporta referencias normales de la anatomía de ejemplares juveniles de tortuga verde imprescindibles para la medicina de la conservación a nivel nacional y regional.

Se espera en el futuro realizar trabajos utilizando otras técnicas imagenológicas como los tomográficas para ampliar la información referente a la anatomía de esta especie.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abou-Madi, N., Scrivani, P. V., Kollias, G. V., & Hernandez-Divers, S. M. (2004). Diagnosis of skeletal injuries in chelonians using computed tomography. *Journal of zoo and wildlife medicine*, 35(2), 226-231.

Achaval Elena, F. (2001). [Systematic update and maps of distribution of the reptiles of Uruguay.] Actualización sistemática y mapas de distribución de los reptiles del Uruguay. Smithsonian Herpetological Information Service.

Baldini, M., Roque, C. A., & Marcon, M. (2019). Ultrasound examination of coelomic viscera through the plastron in stranded green sea turtles (*Chelonia mydas*). *Open veterinary journal*, 9(1), 38-43.

Balladares, C., Marín, E., Espinoza-Rodríguez, N., & Barrios-Garrido, H. (2017). Prevalence of fibropapillomatosis on stranded sea turtles in the Venezuelan coast. *Revista bio Ciencia* <http://dx.doi.org/10.15741/revbio.03.01.07>

Baptistotte, C. (2007). Tratado de Animais Selvagens. In: Medicina Veterinária. Eds., Cubas Z.S., Silva J.C.R., Dias J.L.C., pp: 568-569.

Benton, M.J. (2014). Vertebrate Palaeontology (4th ed.). Oxford, Blackwell Science. ISBN 978-0-632-05637-8

Bjorndal, K. A. (1997). Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In Lutz, P.L. and Musick J.A., Eds., The biology of sea turtles (pp. 199-231). CRC press.

Cáceres Murrie, M., & Oyarzún Galaz, L. (2019). Descripción parcial y montaje de un esqueleto de tortuga negra *Chelonia mydas agassizii* (Bocourt, 1868). In *Anales del Instituto de la Patagonia* (Vol. 47, No. 1, pp. 55-61). Universidad de Magallanes

Canny, C. (1998). Gross anatomy and imaging of the avian and reptilian urinary system. In *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine* (Vol. 7, No. 2, pp. 72-80). WB Saunders.

Carvalho, R.C. (2004). Topografia vértebro-medular e anestesia espinhal em jabuti *Chelonoidis carbonaria* (SPIX, 1824). Dissertação de mestrado: São Paulo. 2004. 122 p.

Casares, M., Rübél, A., & Honegger, R. (1997). Observations on the Female Reproductive Cycle of Captive Giant Tortoises (*Geochelone* spp.) Using Ultrasound Scanning. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 28(3), 267-273. Retrieved September 27, 2020, from

Croft, L. A., Graham, J. P., Schaf, S. A., & Jacobson, E. R. (2004). Evaluation of magnetic resonance imaging for detection of internal tumors in green turtles with cutaneous fibropapillomatosis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 225(9), 1428-1435.

De Majo M, Macri F, Masucci M, Cogi G, Pennisi MG. (2016). Clinical ultrasonography in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*): Imaging of pathological features. *Veterinarni Medicina*, 61, 2016 (3): 155–161.

De Melo, L. F., Cabrera, M. L., Rodrigues, A. C. B., Turquetti, A. D. O. M., Lopes, E. Q., & Rici, R. E. G. (2019). Morphological Description of the Green Turtle Tongue (*Chelonia mydas*). *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 6(5).

Di Bello, A., Valastro, C., Staffieri, F., & Crovace, A. (2006). Contrast radiography of the gastrointestinal tract in sea turtles. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 47(4), 351-354.

Diaz 2020 , disponible en :(https://gestion-ambiental-biblioteca.blogspot.com/2013/02/tortuga-verde-chelonia-mydas_6.html)

Dillenseger, J., & Moerschel, E. (2012). Manual para técnicos radiólogos. Cuando la teoría enriquece la práctica. Primera ed. Cañaveral S, editor. Buenos Aires: Ediciones Journal, 11-12.

Eckert, K. L., Bjorndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A., & Donnelly, M. (1999). Research and management techniques for the conservation of sea turtles.

Elliott, J.R. (2007). Overview of reptile biology, anatomy, and histology. In: Infectious diseases and pathology of reptiles. New York: Taylor & Francis Group, 2007. p.1-25.

Fleetwood, J.N., Munnell, J.F., (1996). Morphology of the airways and lung parenchyma in hatchlings of the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*. *Journal of Morphology* 227, 289–304.

Flint, M., Patterson-Kane, J., Milles, p., & Limpus, C. (2009). A veterinarian's guide for sea turtle post mortem examination and histological investigation. University of Queensland. ISBN: 9781864999594

Franchini, D., Valastro, C., Ciccarelli, S., Caprio, F., Lenoci, D., & Di Bello, A. (2018). Ultrasonographic detection of ingested fishing lines in loggerheads (*Caretta caretta*). *Journal of wildlife diseases*, 54(4), 680-690.

Gaudron, C. (2001). Imagerie médicale appliquée à l'anatomie clinique de chéloniens. Modèle de la Tortue de Floride, *Trachemys scripta* subsp. *elegans* (Wied, 1839) (Doctoral dissertation).

Gerosa, G., & Aureggi, M. (2005). Guía para Pescadores sobre el Manejo de las Tortugas Marinas Manual del Profesor. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Plan de Acción del Mediterráneo Centro de Actividad Regional para Zonas Especialmente Protegidas. CHELON-Programa de Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas. Túnez Cedex–Túnicia. 50p.

Gilbert, S. F., Loredó, G. A., Brukman, A., & Burke, A. C. (2001). Morphogenesis of the turtle shell: the development of a novel structure in tetrapod evolution. *Evolution and Development*, 3(2), 47–58. doi:10.1046/j.1525-142x.2001.003002047.x

Gilbert, S. F., J. A. Cebra-Thomas, and A. C. Burke. (2008). How the turtle gets its shell. In J. Wyneken, M. H. Godfrey, and V. Bels (Eds.), *Biology of Turtles: From Structures to Strategies of Life*, pp. 1–16. CRC Press, Boca Raton, FL.

Hayashi, R., & Nishizawa, H. (2015). Body size distribution demonstrates flexible habitat shift of green turtle (*Chelonia mydas*). *Global Ecology and Conservation*, 3, 115-120.

Helmick, K. E., Bennett, R. A., Ginn, P., DiMarco, N., Beaver, D. P., & Dennis, P. M. (2000). Intestinal volvulus and stricture associated with a leiomyoma in a green turtle (*Chelonia mydas*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 31(2), 221-227.

Hernandez-Divers, S., & Hernandez-Divers, S. (2001). Diagnostic imaging of reptiles. In *Practice*, 23(7), 370.

Hilton-Taylor, C. (2000). IUCN red list of threatened species. IUCN <http://www.redlist.org>.

Kealy, J. K., McAllister, H., & Graham, J. P. (2010). *Diagnostic Radiology and Ultrasonography of the Dog and Cat-E-Book*. Elsevier Health Sciences.

Laporta, M., Aisenberg, A., Bauzá, A., Fallabrino, A., Lezama Bounine, A. C., Miller, P., & Ríos, M. (2006). Conservación y manejo de tortugas marinas en la zona costera uruguaya (No. 504.4 (899) BAS). En: Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya

Li, C., Wu, X. C., Rieppel, O., Wang, L. T., & Zhao, L. J. (2008). An ancestral turtle from the Late Triassic of southwestern China. *Nature*, 456(7221), 497-501.

Limpus, C.J. (1992): The hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, in Queensland: population structure within a southern Great Barrier Reef feeding ground. *Wildlife Research* (19): 489-506.

López-Mendilaharsu, M., Estrades, A., Caraccio, M. N., Calvo, V., Hernández, M., & Quirici, V. (2006). Biología, ecología y etología de las tortugas marinas en la zona costera uruguaya. En: Menafra R, Rodríguez-Gallego L, Scarabino F y Conde D (Eds.) Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya, (No. 504.4 (899) BAS). Editora Vida Silvestre Uruguay.

López-Mendilaharsu, M., Vélez-Rubio, G. M., Lezama, C., Aisenberg, A., Bauzá, A., Berrondo, L., Calvo, V., Caraccio, N., Estrades, A., Hernández, M., Laporta, M., Martínez-Souza, G., Morales, M., Quirici, V., Ríos, M., & Fallabrino, A. (2016). Demographic and tumour prevalence data for juvenile green turtles at the Coastal-Marine Protected Area of Cerro Verde, Uruguay. *Marine Biology Research*, 12(5), 541–550. <https://doi.org/10.1080/17451000.2016.1169294>.

Lutz, PL, Musick, JA and Wyneken, J. (Eds.). (2002). The biology of sea turtles (Vol. 2). CRC press.

Magalhães, M. S.; Freitas, M. L.; da Silva, N. B. & de Moura, C. E. B. Morfologia do tubo digestório da tartaruga verde (*Chelonia mydas*). *Pesq. Vet. Bras.*, 30(8):676-84, 2010

Maneyro, R., Langone, J. & S. Carreira. (2019). Anfibios. Pp. 17-106. En Carreira, S. & R. Maneyro (eds.). Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles del Uruguay. Biología y conservación de los Anfibios y Reptiles en peligro de extinción a nivel nacional. DINAMA, Montevideo.

Mans, C., Drees, R., Sladky, K. K., Hatt, J. M., & Kircher, P. R. (2013). Effects of body position and extension of the neck and extremities on lung volume measured via computed tomography in red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 243(8), 1190-1196.

Martorell, J., Espada, Y., & de Gopegui, R. R. (2004). Normal echoanatomy of the red-eared slider terrapin (*Trachemys scripta elegans*). *Veterinary record*, 155(14), 417-420.

McArthur, S.; Wilkinson, R.; Barrows, M. and Meyer, J. (2004). Introduction. Diagnostic Imaging. In: McArthur, S.; Wilkinson, R. and Meyer, J. (eds.). *Medicine and Surgery of tortoises and turtles*. Victoria, Australia: Blackell Publishing Ltd. Pp 1-34.

Meireles, Y. S., Shinike, F. S., Matte, D. R., Morgado, T. O., Kempe, G. V., Corrêa, S. H. R., ... & Néspoli, P. B. (2016). Ultrasound characterization of the coelomic cavity organs of the red-footed tortoise (*Chelonoidis carbonaria*). *Ciência Rural*, 46(10), 1811-1817.

Menafra R Rodríguez-Gallego L Scarabino F & D Conde (eds) (2006). Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya. VIDA SILVESTRE URUGUAY, Montevideo. i-xiv+668pp.

Murray, M. J., (2006): Cardiopulmonary anatomy and physiology. In: *Reptile Medicine and Surgery*. (D. R. Mader, ed.). Philadelphia: Elsevier Inc. pp 124–134.

Musick, J. A., & Limpus, C. J. (2017). Habitat Utilization and Migration in Juvenile Sea Turtles. *The Biology of Sea Turtles, Volume I*, 12.

Nyland, T. G., & Mattoon, J. S. (2015). *Small animal diagnostic ultrasound*. Elsevier Health Sciences.

O'Malley, B. (2007). Anatomía y fisiología clínica de animales exóticos: estructura y función de mamíferos, aves, reptiles y anfibios (No. V109. 9 OMAa). Zaragoza: Servet. pp 56-74.

- Pease, A., Blanvillain, G., Rostal, D., Owens, D., & Segars, A. (2010). Ultrasound imaging of the inguinal region of adult male loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 41(1), 69-76.
- Pease A, Di Bello A, Rivera S, Valente ALS. (2017). Diagnostic imaging. In: Sea turtle health & rehabilitation, Manire CA, Norton TM, Stacy BA, editors. J. Ross Publishing, Plantation, Florida, pp. 123–143.
- Pees M. (2011). Reptiles. In: Krautwald-Junghanns ME, Pees M, Reese S, et al, eds. Diagnostic imaging of exotic pets. Hannover, Germany: Schluetersche, ;309–439.
- Penninck DG (2008): Gastrointestinal tract. In: Penninck DG (ed.): Atlas of Small Animal Ultrasonography. 1st ed. Blackwell Publishing, Iowa. 281–318.
- Penninck DG, Stewart JS, Paul-Murphy J, Pion P (1991): Ultrasonography of the California desert tortoise (*Xerobates agassizi*): anatomy and application. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 32, 112–116.
- Perry, S. F., Darian-Smith, C., Alston, J., Limpus, C. J., & Maloney, J. E. (1989). Histological structure of the lungs of the loggerhead turtle, *Caretta caretta*, before and after hatching. *Copeia*, 1000-1010.
- Prichard, C.H. (1997). Evolution, phylogeny, and current status. In *The biology of sea turtles*: 1–24. Lutz, P.L. & Musick, J.A. (Eds). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Renous, S., de Broin, F. D. L., Depecker, M., Davenport, J., & Bels, V. (2007). Evolution of locomotion in aquatic turtles. In *Biology of turtles* (pp. 111-152). CRC Press.
- Rice, R., Kallonen, A., Cebra-Thomas, J., & Gilbert, S. F. (2016). Development of the turtle plastron, the order-defining skeletal structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(19), 5317-5322. <https://doi.org/10.1073/pnas.1600958113>.
- Rodenbusch, C. R., Baptistotte, C., Werneck, M. R., Pires, T. T., Melo, M. T. D., de Ataíde, M. W., dos Reis, K. D. H. L., Testa, P., Alieve, M. M., & Canal, C. W. (2014). Fibropapillomatosis in green turtles *Chelonia mydas* in Brazil: Characteristics of tumors and virus. *Diseases of Aquatic Organisms*, 111(3). <https://doi.org/10.3354/dao02782>.
- Rostal, D. C., Robeck, T. R., Owens, D. W., & Kraemer, D. C. (1990). Ultrasound imaging of ovaries and eggs in Kemp's Ridley sea turtles (*Lepidochelys kemp*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 27-35.
- Sánchez-Villagra, M. R., Mitgutsch, C., Nagashima, H., & Kuratani, S. (2007). Autopodial development in the sea turtles *Chelonia mydas* and *Caretta caretta*. *Zoological science*, 24(3), 257-263.

Schumacher, J. (2011) Respiratory medicine of reptiles. *Veterinary clinics of north America: exotic animal practice*, 4, 204-224.

Sönmez, B. (2019). Morphological variations in the green turtle (*Chelonia mydas*): A field study on an eastern Mediterranean nesting population. *Zoological studies*, 58.

Tomás, J., Guitart, R., Mateo, R., & Raga, J. A. (2002). Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, from the Western Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, 44(3), 211-216.

Tracchia, A. C. QUELONIOS. (2018). (Tracchia, Alejandro Carlos Medicina en quelonios y otros reptiles / Alejandro Carlos Tracchia. - 1a ed ampliada. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Universidad Maimónides ; Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Ediciones Fundación Azara,. 504 p.; 23 x 16 cm. ISBN 978-987-1699-41-4).

Valente, A. L., Cuenca, R., Parga, M. L., Lavín, S., Franch, J., & Marco, I. (2006). Cervical and coelomic radiologic features of the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*. *Canadian journal of veterinary research*, 70(4), 285.

Valente, A. L. S., Cuenca, R., Zamora, M., Parga, M. L., Lavin, S., Alegre, F., & Marco, I. (2007). Computed tomography of the vertebral column and coelomic structures in the normal loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). *The Veterinary Journal*, 174(2), 362-370.

Valente, A. L., Parga, M. L., Espada, Y., Lavin, S., Alegre, F., Marco, I., & Cuenca, R. (2007). Ultrasonographic imaging of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *Veterinary Record*, 161(7), 226-232.

Vélez-Rubio, G. M., Estrades, A., Fallabrino, A., & Tomás, J. (2013). Marine turtle threats in Uruguayan waters: Insights from 12 years of stranding data. *Marine Biology*, 160(11), 2797–2811. <https://doi.org/10.1007/s00227-013-2272-y>.

Vélez-Rubio, G. M., Tomás, J., Míguez-Lozano, R., Xavier, J. C., Martínez-Souza, G., & Carranza, A. (2015). New insights in Southwestern Atlantic Ocean Oegopsid squid distribution based on juvenile green turtle (*Chelonia mydas*) diet analysis. *Marine Biodiversity*, 45(4), 701-709.

Vélez-Rubio, G. M., Cardona, L., López-Mendilaharsu, M., Martínez Souza, G., Carranza, A., González-Paredes, D., & Tomás, J. (2016). Ontogenetic dietary changes of green turtles (*Chelonia mydas*) in the temperate southwestern Atlantic. *Marine Biology*, 163(3), 1-16.

Vélez-Rubio, G. M. (2017). Characterization of sea turtles aggregations in Uruguay (Southwestern Atlantic Ocean): the ecology of the green turtle in temperate waters.

Vélez-Rubio, G. M., Trinchin, R., Estrades, A., Ferrando, V., & Tomás, J. (2017). Hypothermic stunning in juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) in Uruguayan coastal waters: learning for future events. *Chelonian Conservation and Biology*, 16(2), 151-158.

Vélez-Rubio, G. M., Teryda, N., Asaroff, P. E., Estrades, A., Rodriguez, D., & Tomás, J. (2018). Differential impact of marine debris ingestion during ontogenetic dietary shift of green turtles in Uruguayan waters. *Marine pollution bulletin*, 127, 603-611.

Wieland, G. R. (1896). ART. LVII.--Archelon ischyros: A new gigantic Cryptodire Testudinate from the Fort Pierre Cretaceous of South Dakota. *American Journal of Science (1880-1910)*, 2(12), 399.

Williams, S. R., Dennison, S., Dunnigan, B., Moore, B., Nicholson, J., Zagzebski, K., & Arruda, J. (2013). Diagnosis and management of intestinal partial obstruction in a loggerhead turtle (*Caretta caretta*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 44(2), 457-461.

Williston, S.W. (1925). En "La osteología de los reptiles" .pdf. (2019, 14 de abril). En *Wikisource*. Obtenido a las 22:11, 11 de octubre de 2020, de [https://en.wikisource.org/w/index.php?title=Index:The Osteology of the Reptiles.pdf&oldid=9197859](https://en.wikisource.org/w/index.php?title=Index:The_Osteology_of_the_Reptiles.pdf&oldid=9197859).

Wilkinson, R., Stephen, H. D., Lafortune, M., Calvert, I., Gumpenberger, M., & McArthur, S. (2004). Diagnostic imaging techniques. *Medicine and surgery of tortoises and turtles*, Oxford, England: Blackwell Publishing Ltd 187-238.

Wyneken, J. (2001). The anatomy of Sea Turtles. US Department of Commerce NOAA Technical Memorandum, Miami, pp. 8–26, 125– 145.

Wyneken, J. (2007). The structure of cardiopulmonary systems of turtles: implications for behavior and function. In *Biology of turtles* (pp. 227-238). CRC Press.

Wyneken, J. (2009). Normal reptile heart morphology and function. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 12(1), 51-63.

Rueda-Almonacid, J. V., Carr, J. L., Mittermeier, R. A., Rodríguez-Mahecha, J. V., Mast, R. B., Vogt, R. C., ... & Mittermeier, C. G. (2007). Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. *Serie de guías tropicales de campo*, 6, 412-423.