

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

ANATOMÍA E HISTOLOGÍA DEL HÍGADO DE FRANCISCANA (*Pontoporia blainvillei*)

“por”

**MUNIZ SAN PEDRO, Federico
REGALADO GARCÍA, Freddy Daniel**

**TESIS DE GRADO presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias
Orientación: Producción Animal**

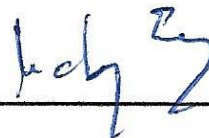
MODALIDAD: Ensayo experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2021**

PÁGINA DE APROBACIÓN

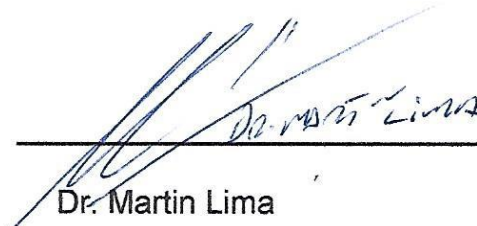
Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:



Lic. Víctor Ezquerro

Segundo miembro (Tutor):



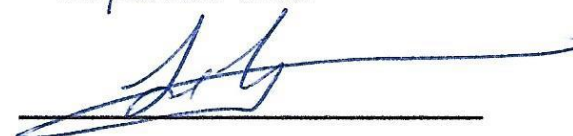
Dr. Martin Lima

Tercer miembro:



Dr. Gonzalo Crosi

Cuarto miembro (Co-tutor):



Dr. Sebastián Jiménez

Quinto miembro (Co-tutor):

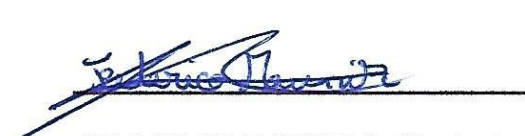


Dr. Patricia Genovese

Fecha:

3 de noviembre de 2021

Autores:



MUNIZ SAN PEDRO, Federico



REGALADO GARCÍA, Freddy Daniel

AGRADECIMIENTOS

Queremos dejar constancia de nuestro reconocimiento a muchas personas que han ido acompañando este camino de búsqueda, investigación y creación. A la Universidad de la República, Facultad de Veterinaria, particularmente a todos los docentes que nos han formado en lo académico, pero que también fueron parte de una gran enseñanza personal.

Al tutor Dr. Martín Lima, Docente de Anatomía Veterinaria, Facultad de Veterinaria, UDELAR por su paciencia, dedicación y ayuda en la redacción.

A la co-tutora Dra. Patricia Genovese, Docente del Dpto. de Histología Veterinaria, Facultad de Veterinaria, UDELAR por su compromiso y voluntad en ayudarnos en todas las tareas del área de histología y en la redacción.

Al co-tutor Dr. Sebastián Jiménez, Laboratorio de Recursos Pelágicos de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA), por su ayuda en redacción, búsqueda de material, correcciones que siempre aportaron y ayudaron a mejorar.

Al Lic. Rodrigo Forcelledo, Dr. Virginia Méndez, MSc. Lic. Enrique Páez por su colaboración en la disección de los ejemplares de franciscana y procesamiento de datos estadísticos.

Este estudio sólo fue posible gracias a la colaboración invaluable de los pescadores artesanales Ricardo de Piero, Gian Franco de Piero, Estefano de Piero y Teófilo Cabrera de Punta Brava. También agradecemos a Luis Noya de Buceo. Las muestras de franciscanas fueron obtenidas a través de la colaboración de los pescadores artesanales y el Laboratorio de Recursos Pelágicos de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA). Agradecemos al Lic. Víctor Ezquerro del hospital de Clínicas Manuel Quintela de la Universidad de la República por las tomografías computarizadas.

A nuestras familias que fueron fuente de apoyo incondicional durante toda la carrera, transformándose en ese aliento necesario cuando más los necesitábamos o en cada tropezón. A nuestros amigos y compañeros que nos han acompañado en este gran camino con quienes hemos compartido inolvidables momentos.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABLAS	6
RESUMEN	7
SUMMARY	8
INTRODUCCIÓN	9
La franciscana	9
Generalidades del hígado	11
Fisiología del hígado	12
Histología Hepática	13
ANTECEDENTES	15
Caracterización del problema y antecedentes en el delfín franciscana	15
OBJETIVO GENERAL	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
HIPÓTESIS	16
MATERIALES Y MÉTODOS	17
Variables histológicas	19
<i>Obtención de la muestra y su procesamiento</i>	19
<i>Procedimiento técnico hematoxilina-eosina</i>	20
<i>Mediciones de variables histológicas</i>	21
RESULTADOS	24
DISCUSION Y CONCLUSIÓN	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa que muestra el rango de distribución y las Áreas de Manejo de Franciscana(FMA).....	10
Figura 2. Imágenes de hígados de franciscana con las referencias de las medidas tomadas.....	18
Figura 3. Materiales para realización de la técnica hematoxilina y eosina.....	21
Figura 4. Imágenes histológicas de un corte de hígado coloreadas con hematoxilina y eosina	22
Figura 5. Tomografía computada de una franciscana hembra neonato de 65 cm.....	23
Figura 6. Vista de la región torácica y abdominal.....	24
Figura 7. Vista torácica y abdominal.....	25
Figura 8. Tomografía computarizada de neonato hembra de franciscana.....	25
Figura 9. Hígado, vista de su cara diafragmática.....	26
Figura 10. Hígado, vista cara visceral.....	27
Figura 11. Vista abdominal lateral derecha.....	30
Figura 12. Vista caudal del hígado.....	33
Figura 13. Vista de cavidad abdominal.....	33
Figura 14. Vista ventrocaudal del hígado.....	34
Figura 15. Vista craneoventral.....	35

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Procesamiento para la obtención de bloques de parafina.....	19
Tabla 2. Sexo, largo total, peso corporal del hígado e índice hepatosomático de 16 franciscanas provenientes de la costa de Montevideo.....	28
Tabla 3. Medidas de espesor, ancho, largo de parénquima hepático y ligamento redondo	29
Tabla 4. Medidas realizadas sobre el hígado en su cara diafragmática y visceral.....	32
Tabla 5. Medidas de las variables (diámetros de hepatocitos, capilares sinusoides, venas porta y venas centrolobulillares).....	36

RESUMEN

La franciscana (*Pontoporia blainvillei*) es un pequeño delfín costero endémico del suroeste del Océano Atlántico. Existen escasos estudios sobre la anatomía e histología de sus órganos. Este trabajo tuvo como objetivo principal generar conocimiento sobre la anatomía y la histología del hígado del delfín franciscana. Para esto, se analizaron 16 delfines (7 hembras y 9 machos), predominantemente inmaduros, capturados incidentalmente en la pesca artesanal en la costa de Montevideo. Los animales fueron estudiados mediante disección simple. Se realizaron varias mediciones morfométricas y se calculó el índice hepatosomático, como el porcentaje del peso del hígado con respecto al peso corporal total. A su vez, se le realizó tomografía a otro ejemplar neonato para profundizar en la topografía de este órgano. Para estudiar la histología se tomaron dos muestras por hígado y fueron analizados los 6 individuos cuyos tejidos presentaron mejor calidad de fijación. No se encontraron diferencias entre sexos en el largo total, peso corporal y peso del hígado de los individuos estudiados. Los hígados analizados presentaron un peso promedio de 527 g (desvío estándar = dE 231,5 g). El índice hepatosomático fue de 2.46 % (dE 0,32 %). La media del largo total de las caras diafragmáticas y viscerales del hígado fueron de 23,1 cm (dE 4,5 cm) y 20,1 cm (dE 3,1 cm), respectivamente. El ancho máximo de la cara diafragmática fue de 15,3 cm (dE 2,4 cm) y el de la cara visceral de 13,1 cm (dE 1,7 cm). El ligamento falciforme presentó una media del largo total de 20,9 cm (dE 4,8 cm) y el ligamento redondo de 14,3 cm (dE 3,4 cm). Histológicamente se obtuvieron resultados descriptivos, además de las primeras mediciones del diámetro de hepatocitos, capilares, vena porta y centrolobulillar. Concluimos que el hígado de la franciscana tiene la ubicación, estructura y ligamentos peritoneales típicos de los mamíferos en general, con la excepción que presenta dos lóbulos hepáticos bien definidos, coincidiendo con la mayoría de los delfines. La ausencia de vesícula biliar, previamente reportada en la especie, también es compartido con otros cetáceos. El índice hepatosomático también se asemeja al de otros delfines (2 – 3%) y al de varios mamíferos. Desde el punto de vista histológico se observó que los hepatocitos son más pequeños en la franciscana que en otros cetáceos y mamíferos domésticos de referencia.

SUMMARY

The Franciscana (*Pontoporia blainvillei*) is a small coastal dolphin endemic to the southwestern Atlantic Ocean. There are few studies on the anatomy and histology of its organs. The main objective of this work was to generate knowledge about the anatomy and histology of the liver of Franciscana dolphin. Analysis of 16 predominantly immature dolphins was performed. The sample involved seven females and nine males incidentally caught in artisanal fishing off the coast of Montevideo. The animals were studied by simple dissection. Several morphometric measurements were made and the hepatosomatic index was calculated, as the percentage of the liver weight with respect to the total body weight. In addition, a tomography was performed on another neonate to delve into the topography of this organ. To study the histology, two samples were taken per liver and the 6 individuals whose tissues had the best fixation quality were analyzed. No differences were found between the sexes in the total length, body weight and liver weight of the individuals studied. The livers analyzed had an average weight of 527 g (standard deviation = SD 231.5 g). The hepatosomatic index was 2.46% (SD 0.32%). The mean total length of the diaphragmatic and visceral faces of the liver were 23.1 cm (SD 4.5 cm) and 20.1 cm (SD 3.1 cm) respectively. The maximum width of the diaphragmatic face was 15.3 cm (SD 2.4 cm) and that of the visceral face was 13.1 cm (SD 1.7 cm). The falciform ligament presented a mean total length of 20.9 cm (SD 4.8 cm) and the round ligament 14.3 cm (SD 3.4 cm). In addition to the first diameter measurements of hepatocytes, capillaries, and portal and centrilobular veins, descriptive results were obtained through a histological method. We conclude that the franciscana liver has the typical location, structure and peritoneal ligaments of mammals in general, with the exception that it has two well-defined liver lobes, coinciding with the majority of dolphins. The absence of a gallbladder, previously reported in the species, is also shared with other cetaceans. The hepatosomatic index also resembles that of other dolphins (2-3%) and that of various mammals. From the histological point of view, it was observed that the hepatocytes are smaller in the Franciscana than in other cetaceans and domestic mammals of reference.

INTRODUCCIÓN

La franciscana

La franciscana (*Pontoporia blainvillei* Gervais & d'Orbigny 1844) es un pequeño delfín miembro de la Familia Pontoporiidae y endémico del suroeste del Océano Atlántico. Es uno de los 5 delfines de río, y el único que incurre en aguas oceánicas (Crespo, 2018). La franciscana habita únicamente en aguas costeras, principalmente hasta la isobata de 30 metros de profundidad de Brasil, Uruguay y Argentina. Su rango de distribución se extiende desde Itaúnas (18°25'S, 39°42'W) en Espírito Santo, Brasil, hasta el norte del Golfo San Matías (41°10'S), Argentina (Secchi, Ott y Danilewicz, 2003; Crespo, 2018). Este rango se ha dividido en cuatro "Áreas de Manejo de Franciscana" (FMA), con FMA I y II ubicadas en Brasil, FMA III que comprende las aguas del sur de Brasil y Uruguay y FMA IV ubicada en Argentina (Secchi et al., 2003). Actualmente se consideran 5 stocks de franciscanas debido a la subdivisión de la FMA I (FMAIa y FMAIb). Un sexto stock pequeño y probablemente aislado se encuentra en la Bahía de Babitonga, Santa Catarina, Brasil, dentro del rango de FMA II (Cunha et al., 2014). Otras subdivisiones han sido propuestas (Cunha, Dias, Alvarenga, Wells y Cremer., 2020a; Cunha et al., 2020b; **Fig. 1**).

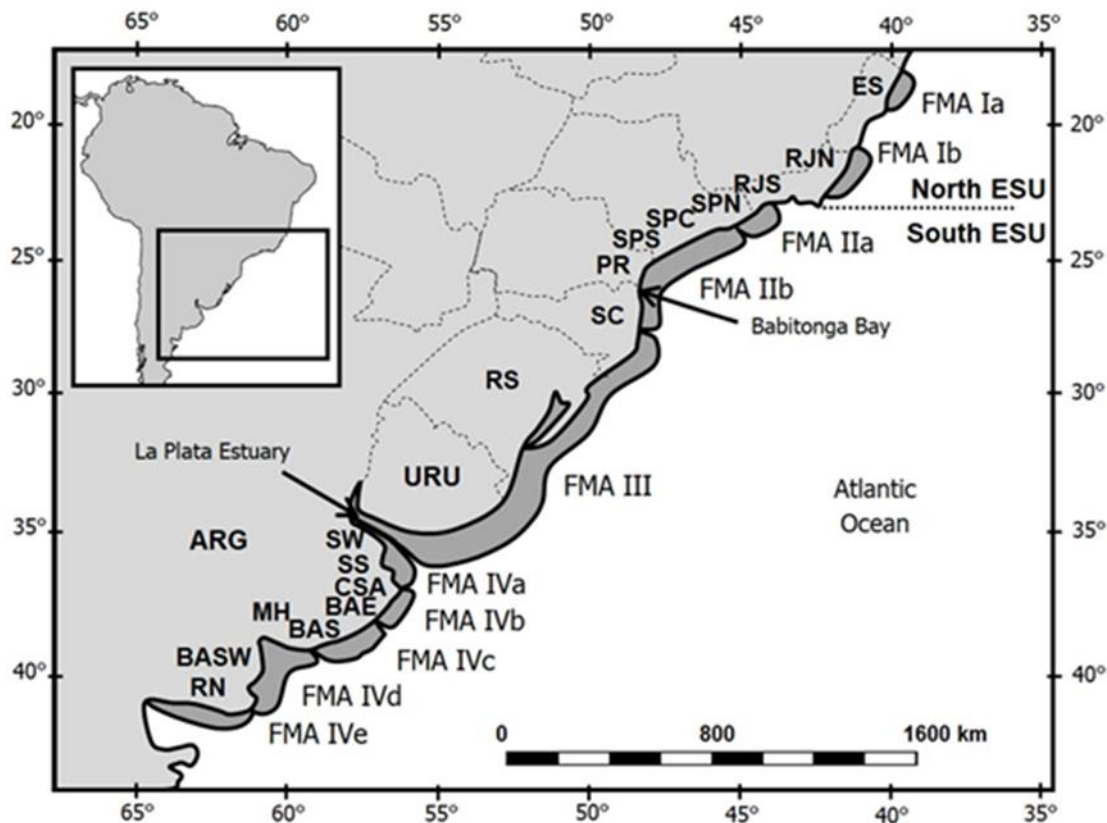


Figura 1. Mapa que muestra el rango de distribución y las Áreas de Manejo de Franciscana (FMA). RS - Rio Grande do Sul; SC - Santa Catarina; PR-Paraná; SP - São Paulo; RJ-Rio de Janeiro; ES-Espírito Santo. Tomado de Cunha et al., 2020b.

La franciscana presenta un dimorfismo sexual reverso, por lo que las hembras son más grandes que los machos tanto en la longitud total como en su peso (Kasuya y Brownell, 1979; Botta et al., 2010). La edad y la talla de madurez sexual varía entre las FMA (Secchi, Cremer, Danilewicz, y Lailson-Brito, 2021). Según Kasuya y Brownell 1979, en la costa uruguaya la madurez sexual de los machos comienza entre 2 y 4 años, con un peso de 25 a 29 kg y una media de longitud de 131,4 cm. En las hembras, la madurez sexual es determinada por la presencia en los ovarios de un cuerpo lúteo o albicans, y es alcanzada con la edad de 2,1 a 2,8 años, un peso corporal de 33 a 34 kg y una longitud media de 140,3 cm. El período de gestación es de entre 10,5 y 11,1 meses, paren alrededor de octubre-noviembre y la lactancia dura 9 meses (Crespo, 2018). Las franciscanas parecen ser oportunistas, alimentándose de los peces más abundantes de la zona (por ejemplo, familias Sciaenidae, Engraulidae, Gadidae, Batrachoididae, Trichiuridae y Carangidae),

aunque también suele consumir moluscos y crustáceos (Secchi et al., 2021). El estudio más reciente sobre la dieta de la especie en la costa uruguaya mostró una alimentación principalmente de pescadilla de red (*Cynoscion guatucupa*), bagre sapo (*Porichthys porosissimus*) y corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) (Tellechea, Perez, Olsson, Lima y Norbis, 2017).

Actualmente es considerada la especie de delfín más amenazado en Sudamérica; esto se debe a la gran cantidad de individuos que son incidentalmente capturados en redes de enmalles (Secchi et al., 2021). De acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) la franciscana es considerada como vulnerable según el criterio A3d de la Lista Roja (Zerbini, Secchi, Crespo, Danilewicz y Reeves, 2017). Se estima que la abundancia de la especie a lo largo de su distribución sería del orden de decenas de miles de franciscanas (Zerbini et al., 2017). Cabe destacar que no existen estimaciones de abundancia para las aguas de Uruguay, por lo que se desconoce el tamaño poblacional para la zona de FMA III.

Generalidades del hígado

El hígado es un centro crítico para numerosos procesos fisiológicos. Estos incluyen el metabolismo de los macronutrientes, la regulación del volumen sanguíneo y el apoyo del sistema inmunológico. Otros procesos que desempeña incluyen el control endocrino de las vías de señalización del crecimiento, la homeostasis de lípidos, la formación de colesterol y la descomposición de compuestos xenobióticos (Treffs, Gannon y Wasserman, 2017).

Por otra parte el hígado es la masa de tejido glandular más grande del organismo y el órgano interno más voluminoso; hacia craneal se delimita con el diafragma y hacia caudal con el estómago y las asas intestinales. Aunque se extiende a través del plano medio, la mayor parte se ubica a la derecha en todas las especies. Está encerrado en una cápsula de tejido conjuntivo fibroso. A su vez, está cubierto por el peritoneo visceral, excepto en algunas áreas relativamente pequeñas como el hilio

hepático, en la fosa de la vesícula biliar y próximo a algunos repliegues peritoneales (Dyce, Sack y Wensing, 2015; Ross y Pawlina, 2016).

Los ligamentos triangulares derecho e izquierdo, el coronario y el falciforme fijan el hígado con firmeza al diafragma desde la superficie parietal del abdomen. Estos ligamentos presentan núcleos fibrosos. El hígado recibe una irrigación sanguínea arterial muy abundante por medio de la arteria hepática, una rama de la arteria celiaca y un gran volumen de sangre venosa por la vena porta (Barone, 1984; Dyce, Sack y Wensing, 2007).

Hay grandes diferencias en el peso del hígado según la especie. Los valores medios son de 2% del peso corporal en el gato, de 3-4% del peso en el perro, del 2-3% en el cerdo y solo el 1-1,5% en los herbívoros. Es más pesado en animales jóvenes que en adultos, mostrándose con mucha frecuencia una atrofia considerable en animales de edad avanzada. El hígado presenta un color habitual rojo-castaño y una consistencia firme, de reducida elasticidad (Barone, 1984, König y Liebich, 2005; Dyce et al., 2007).

El hígado de los delfines en general tiene un color gris azulado oscuro a violeta y está ubicado en la cavidad peritoneal adyacente al diafragma. Su peso promedia el 2-3% de la masa corporal. El hígado de los cetáceos tiene dos caras, una diafragmática y una visceral, al igual que el resto de los mamíferos. Presenta una hendidura en el margen ventral dividiendo los lóbulos en derecho e izquierdo y carecen de vesícula biliar (Cozzi, Huggenberger y Oelschläger, 2017).

Fisiología del hígado

El hígado desempeña un papel importante en la captación, almacenamiento y distribución de sustancias nutritivas y vitaminas que circulan en el torrente sanguíneo. También mantiene la concentración sanguínea de glucosa y regula las concentraciones circulantes de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL). Degrada o conjuga muchos fármacos y sustancias tóxicas (Ross y Pawlina, 2016).

El hígado también efectúa funciones exocrinas; produce la bilis que contiene sales biliares, fosfolípidos y colesterol. La bilis es secretada de forma continua en rumiantes e intermitentemente en animales con estómagos simple, y luego es vertida hacia los canalículos biliares. En animales sin vesícula biliar (camello, ciervo, elefante, caballo, ratón, rata, paloma, cetáceos), la bilis se vierte directamente a la luz intestinal. En animales con vesícula (vaca, conejo, gato, perro, gallina, hombre), el esfínter hepatopancreático restringe la entrada de la bilis al duodeno en los períodos interdigestivo, durante lo cual se produce una concentración de la bilis en la vesícula biliar (Barone, 1984; Garcia et al., 1996; Ross y Pawlina, 2016)

Este órgano también desempeña funciones de tipo endocrino importantes. Produce la mayor parte de las proteínas plasmáticas que circulan en el organismo: lipoproteínas, glucoproteínas, protrombina y fibrinógeno, globulinas no inmunitarias α y β . Varias vitaminas se captan desde la sangre y después se almacenan o se modifican bioquímicamente por el hígado. En situaciones patológicas el hígado puede cumplir funciones hematopoyéticas (Barone, 1984; Garcia et al., 1996; Ross y Pawlina, 2016).

Histología Hepática

La organización del hígado a nivel histológico es muy similar entre los mamíferos. Las variaciones están sujetas a la geometría que delimitan los lobulillos hepáticos. A continuación describimos la organización histológica del hígado basados en el libro de texto más reciente (Ross y Pawlina, 2016).

El hígado es un órgano macizo, su parénquima se encuentra organizado en cordones de hepatocitos dispuestos en forma radiada a lo largo de los lobulillos hepáticos. El estroma está constituido por tabiques de tejido conjuntivo que se continúa con la cápsula fibrosa de Glisson. Los vasos sanguíneos, nervios, vasos linfáticos y conductos biliares transcurren dentro del estroma de tejido conjuntivo. Los capilares sinusoidales se encuentran entre los cordones de hepatocitos. Conducen sangre venosa que proviene de las ramas de las venas porta y sangre arterial que proviene de las ramas de las arterias hepáticas. Entre los hepatocitos y

la luz de los capilares sinusoidales se encuentran los espacios perisinusoidales, región muy importante para el intercambio de nutrientes.

Los lobulillos hepáticos están conformados por el lobulillo clásico, el lobulillo portal y el acino hepático. El lobulillo clásico está compuesto por pilas de cordones anastomosados de hepatocitos. En el centro del lobulillo se encuentra una vénula relativamente grande, la vénula hepática terminal (vena central), en la cual desembocan los sinusoides. En los ángulos del hexágono se encuentran las áreas portales (conductos portales), tríadas portales.

El tejido conjuntivo se continúa con la cápsula fibrosa que rodea el hígado. El espacio portal está bordeado por los hepatocitos más periféricos del lobulillo. En los bordes del espacio portal, entre el tejido conjuntivo del estroma y los hepatocitos, existe un pequeño espacio denominado espacio periportal (espacio de Mall).

El lobulillo portal enfatiza las funciones exocrinas del hígado, la función exocrina principal es la secreción de bilis. Por lo tanto, el eje morfológico del lobulillo portal es el conducto biliar interlobulillar de la tríada portal del lobulillo clásico.

El acino hepático es la unidad estructural que proporciona la mejor correlación entre la perfusión sanguínea, la actividad metabólica y la patología hepática. Tiene forma romboidal y es la unidad funcional más pequeña del parénquima hepático. El eje menor del acino está definido por las ramas terminales de la tríada portal que siguen el límite entre dos lobulillos clásicos. El eje mayor del acino es una línea trazada entre las dos venas centrales más cercanas al eje menor.

Los hepatocitos son células poligonales grandes. Constituyen alrededor del 80% de la población celular del hígado. El núcleo de los hepatocitos es grande, esférico y ocupa el centro de la célula. Son las células asociadas con el sistema digestivo que viven un tiempo bastante prolongado; su vida media es de alrededor de 5 meses. Además, los hepatocitos tienen una capacidad de regeneración considerable cuando la sustancia hepática se pierde por procesos tóxicos, enfermedades o cirugía.

ANTECEDENTES

Caracterización del problema y antecedentes en el delfín franciscana.

Algunos aspectos anatómicos y fisiológicos del delfín franciscana han sido poco estudiados. La falta de información sobre la anatomía e histología del hígado limitan nuestro conocimiento al momento de realizar una biopsia o toma de muestras para diversos estudios, como genética, metales pesados, necropsias o la exploración clínica mediante técnicas no invasivas en ejemplares vivos que aparecen varados en la costa y sean tratados en un centro de rehabilitación. Todos estos datos antes mencionados evidencian la importancia de estudiar en mayor profundidad su anatomía.

En la franciscana Yamasaki, Takahashi y Kamiya (1976), realizaron los primeros estudios en la anatomía del hígado, presentando una descripción en cuanto a ubicación, peso y morfología del mismo y una breve mención de la estructura histológica. Los mismos autores trabajaron también en la anatomía del estómago (Yamasaki, Takahashi y Kamiya, 1974) y del intestino (Yamasaki, Takahashi y Kamiya, 1975).

Sin embargo, no existe información sobre medidas morfométricas del hígado, inserciones de ligamentos, medidas histológicas de hepatocitos, capilares sinusoides, vena porta y vena centrolobulillar.

OBJETIVO GENERAL:

Generar conocimiento sobre la anatomía y la histología del hígado del delfín franciscana (*Pontoporia blainvillei*).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Estudiar la anatomía descriptiva de hígado del delfín franciscana mediante disección simple y por técnicas imagenológicas.
2. Estudiar diferencias anatómicas y variables macroscópicas a nivel hepático con relación al sexo del animal.
3. Describir morfométricamente el diámetro de los hepatocitos y elementos vasculares del hígado de franciscana.

HIPÓTESIS

La anatomía e histología del hígado del delfín franciscana presenta diferencia con los mamíferos terrestres y similitudes con otros cetáceos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el estudio se utilizaron 16 delfines provenientes de la costa de Montevideo. Los mismos correspondían a individuos muertos producto de la captura incidental. Todos los individuos fueron obtenidos por el Laboratorio de Recursos Pelágicos de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA), en el marco de un proyecto realizado en colaboración con pescadores artesanales y la mencionada institución, dirigido a evaluar y mitigar la captura incidental de franciscana en la flota artesanal de enmalle. A diferencia de los animales obtenidos de varamientos en la costa, los cuales pueden presentar de escasos a varios días de muertos y estados variables de descomposición, los delfines capturados incidentalmente obtenidos directamente de los pescadores suelen tener escasas horas de muertos. Todos los delfines analizados se encontraban en un estado de conservación aceptable.

Los animales fueron estudiados en el Área de Anatomía de la Facultad de Veterinaria UDELAR y en el laboratorio de DINARA, donde estaban los equipos y las instalaciones necesarias para realizar los estudios. En dichas instituciones se contaba con balanza digital (precisión en gramos), mesadas, piletas, elementos de protección personal, instrumental de disección completo, cinta métrica (precisión de 0,1 cm), recipientes herméticos de diferentes capacidades y cámara de fotos. El largo total fue obtenido desde el extremo de la nariz hasta la escotadura caudal medido con una cinta métrica retráctil, se tomaron los pesos totales de las franciscanas y fueron sexadas mediante observación de los pliegues genitales, identificando 7 hembras y 9 machos. Los ejemplares fueron clasificados como juveniles o adultos de acuerdo con el largo total y peso corporal reportados para cada sexo en Kasuya y Brownell (1979).

El método de estudio de los animales se realizó por disección simple. Se realizaron diferentes mediciones morfométricas (**Fig. 2**) y se registró los pesos de los hígados de cada individuo. Se calculó el índice hepatosomático, como el porcentaje que representa el peso del hígado con respecto al peso corporal total. Se realizaron comparaciones entre sexos del largo total, peso corporal total y peso del hígado mediante el test no paramétrico de Mann-Whitney.

Luego los hígados fueron fijados en formol al 10%. Se registraron individualmente todos los datos correspondientes a cada animal, junto con las fotografías y las observaciones realizadas en la disección y la toma de muestras. Todos los valores presentados en la tesis corresponden a la media y el desvío estándar (dE).

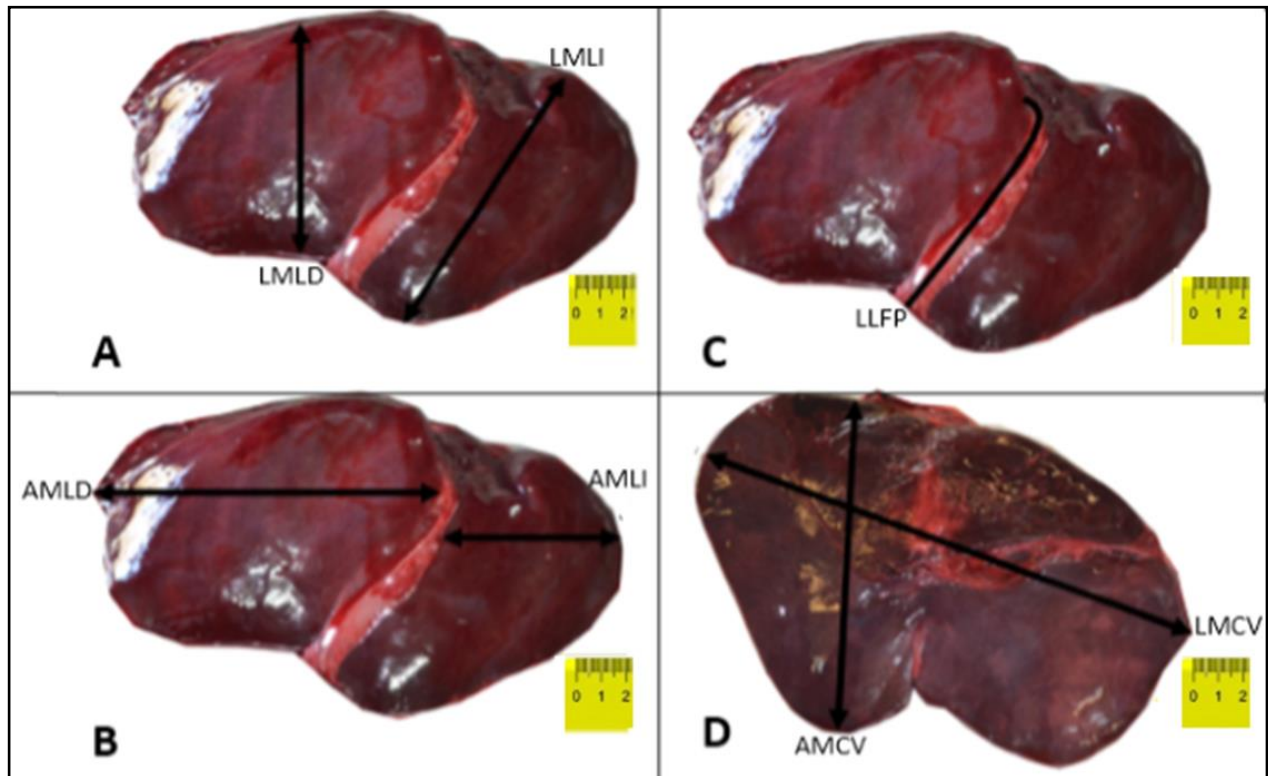


Figura 2: Imágenes de hígados de franciscana con las referencias de las medidas tomadas. En **A**, LMLD: Largo máximo desde el borde dorsal al borde ventral del lóbulo derecho; LMLI: Largo máximo desde el borde dorsal al borde ventral del lóbulo izquierdo. En **B**, AMLD: Ancho máximo desde el borde lateral derecho al ligamento falciforme del lóbulo derecho; AMLI: Ancho máximo desde el borde lateral izquierdo al ligamento falciforme del lóbulo izquierdo. En **C**, LLFP: Largo del ligamento falciforme sobre el parénquima hepático (porción diafragmática). En **D**, AMCV: ancho máximo cara visceral; LMCV: largo máximo cara visceral.

Variables histológicas

Obtención de la muestra y su procesamiento

La histología del hígado fue analizada en el Laboratorio de Histología en la Facultad de Veterinaria UDELAR. Para esto se contó con una lupa estereoscópica binocular con cámara fotográfica y computadoras con conexión a internet y acceso a bases de datos bibliográficos. Para estudiar los aspectos histológicos, se tomaron dos muestras por hígado de la misma región en cada animal (n= 6 individuos), específicamente de los lóbulos derecho e izquierdo en sus bordes ventrales. Se trabajó con los animales que presentaron mejor calidad de fijación. Fueron fijados por inmersión en formol buffer al 4% durante 10 días. El procesamiento se llevó adelante con los siguientes pasos, adaptado de García del Moral, 1993:

Tabla 1. Procesamiento para la obtención de bloques de parafina.

Baños	Tiempo de procesamiento
-Lavado agua corriente	12 horas
-Etanol al 70 por 100	2 a 4 horas
-Etanol al 96 por 100	2 a 4 horas
-Etanol absoluto	2 a 4 horas
-Cloroformo	12 horas
-Parafina líquida I	20 min.
-Parafina líquida II	20 min.
-Parafina líquida III	20 min.

Los bloques de parafina fueron cortados con un micrótopo, realizando cortes histológicos de 7 μm de espesor. Por muestra se obtuvieron dos láminas que fueron tratadas con la técnica de rutina hematoxilina y eosina (**Fig. 3**).

Procedimiento técnico hematoxilina-eosina

Soluciones:

1. Solución de hematoxilina de Harris.
2. Etanol ácido al 1 por 100.
3. Solución de azulamiento:
 - a) Por lo general se utiliza agua corriente si es lo suficientemente alcalina.

En otro caso pueden emplearse alternativamente.

- b) Solución acuosa de carbonato de litio al 1 por 100.
- c) Solución acuosa de amoníaco al 2 por 100
4. Solución acuosa o alcohólica de eosina.

Modo de operar:

1. Desparafinar e hidratar.
2. Teñir con hematoxilina de Harris durante 2 minutos.
3. Lavar en agua corriente.
4. Diferenciar en alcohol ácido al 1 por 100 durante 5 a 30 segundos, controlando al microscopio.
5. Azular en agua corriente o en cualquier otro agente de azulamiento durante 5 minutos. En este último caso, lavar abundantemente en agua corriente tras el azulado.
6. Colorear con eosina durante 20 a 60 segundos.

7. Lavar en agua corriente (en caso de eosina alcohólica, lavar y diferenciar en etanol al 70 por 100) hasta obtener la intensidad deseada de coloración.
8. Deshidratar, aclarar y montar.



Figura 3: Materiales para realización de la técnica hematoxilina y eosina.

Mediciones de variables histológicas

Diámetro de capilares sinusoides, hepatocitos, vena centrolobulillar y porta.

Sobre cada láminas tratadas con Hematoxilina y Eosina se tomaron imágenes con un sistema de análisis: microscopio óptico Olympus BX50, (Olympus, Tokio, Japón), video cámara (SSC-C158P; Sony, Tokio, Japón) y computadora personal con el programa Infinity Analyze and Capture (Teledyne Lumenera, Ottawa, Canadá) a un aumento final de 2500 x en el monitor de la computadora.

Los diámetros fueron obtenidos en 30 capilares y 30 hepatocitos medidos en cruz por animal. En el caso de las venas porta y centrolobulillar se midió con la misma técnica en todos los vasos observados en el corte histológico (**Fig. 4**). Todas las mediciones se promediaron para cada animal y se expresaron como medias y desvío estándar (dE) (**Tabla 4**).

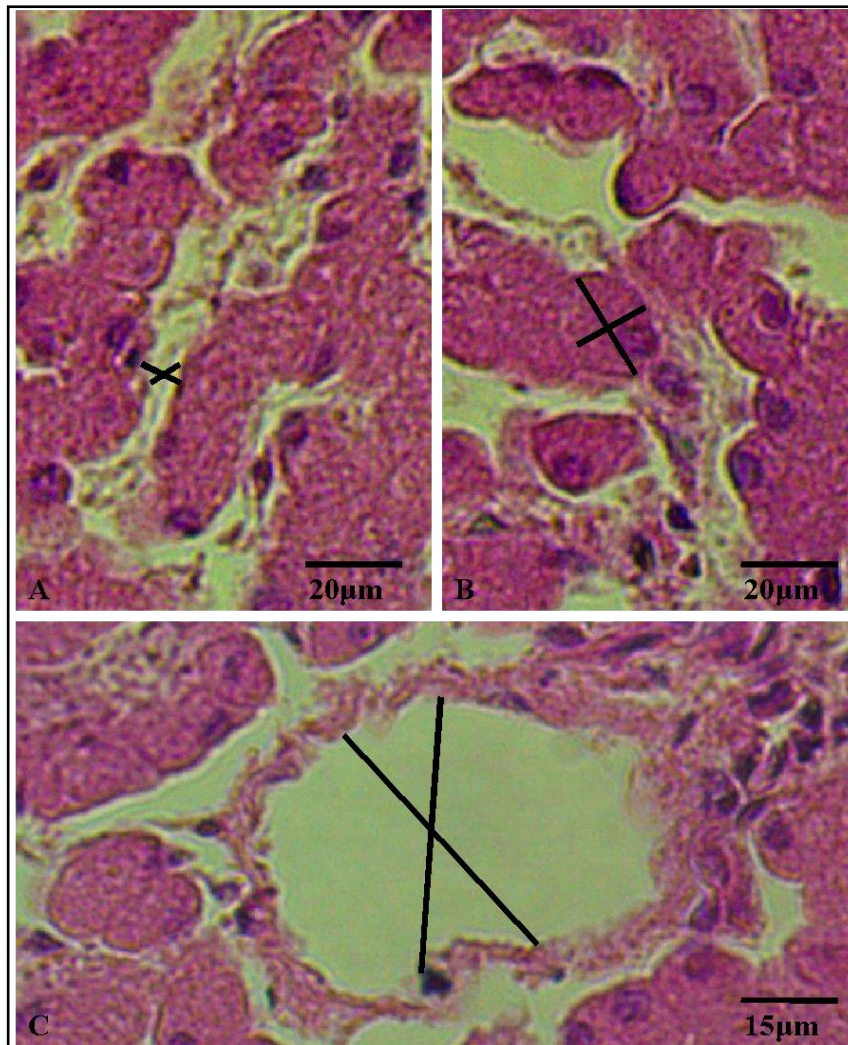


Figura 4. Imágenes histológicas de un corte de hígado coloreadas con hematoxilina y eosina. En A, se ejemplifica con líneas negras a mayor aumento la medición de los capilares sinusoides. En B, se ejemplifica la medición del diámetro de hepatocitos. En C, se ejemplifica con líneas la medición de venas centrolobulillar y porta.

Un ejemplar hembra neonato de 65 cm fue llevado a un tomógrafo para la obtención de imágenes de los órganos para poder estudiar mejor su topografía. La tomografía computarizada se realizó con el tomógrafo Somaton Sensation 64 Siemens de 4 celdas del hospital de Clínicas Manuel Quintela de la Universidad de la República (Fig. 5).

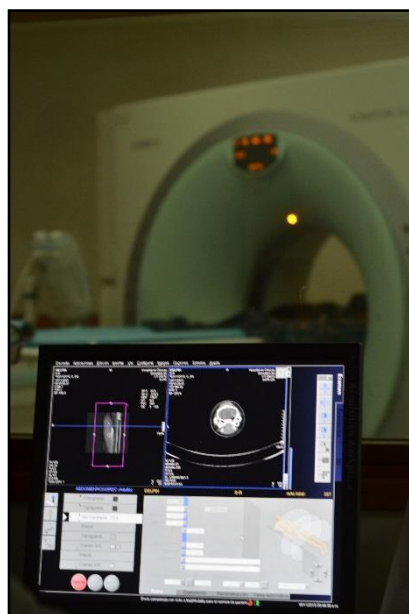


Figura 5: Tomografía computada de una franciscana hembra neonato de 65 cm.

RESULTADOS

En las franciscanas estudiadas se utilizó el largo total y peso corporal para diferenciar adultos de juveniles, predominando estos últimos con 13 juveniles y 3 adultos (**Tabla 2**). No se encontraron diferencias entre sexos en el largo total (Mann-Whitney test: $U = 28$, $p = 0.7577$) y peso corporal total (Mann-Whitney test: $U = 29$, $p = 0.8371$) de los delfines estudiados. El hígado de la franciscana presentó un color marrón-rojizo y se ubicó en la región intratorácica de la cavidad abdominal. Se encontró limitado cranealmente por el diafragma, caudalmente con el estómago e intestino y a los laterales con la pared costal. Las caras visceral y diafragmática se encontraron separadas por los dos bordes laterales del hígado (**Fig. 6, 7 y 8**).

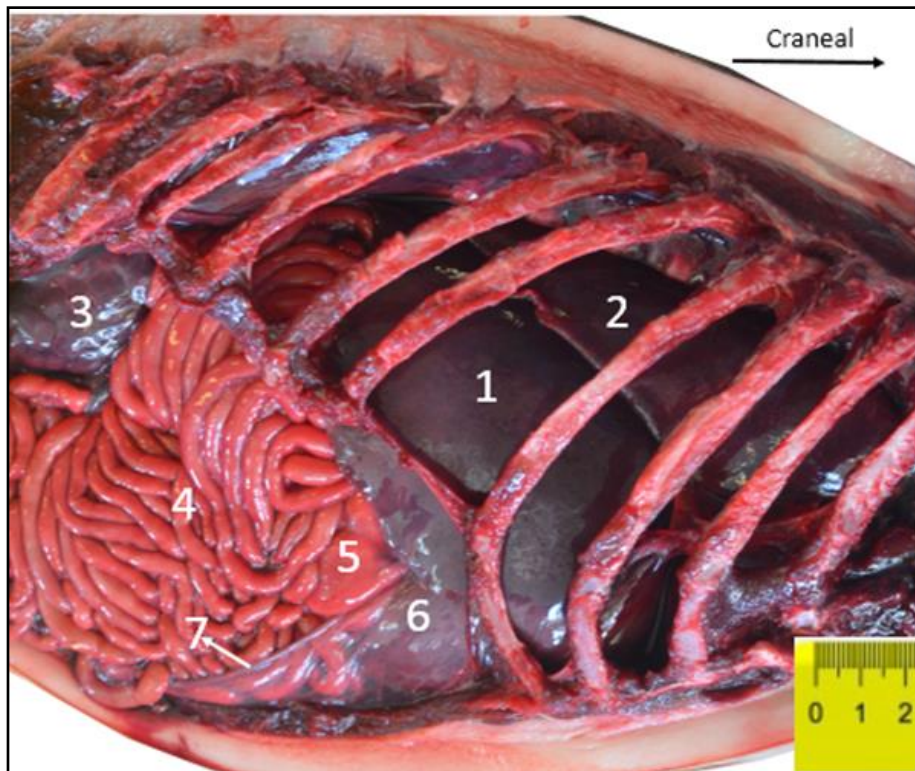


Figura 6. Vista de la región torácica y abdominal. 1- Hígado; 2- Pulmón; 3- Riñón; 4- Intestino; 5- Estómago; 6- Ligamento falciforme; 7- Ligamento redondo.

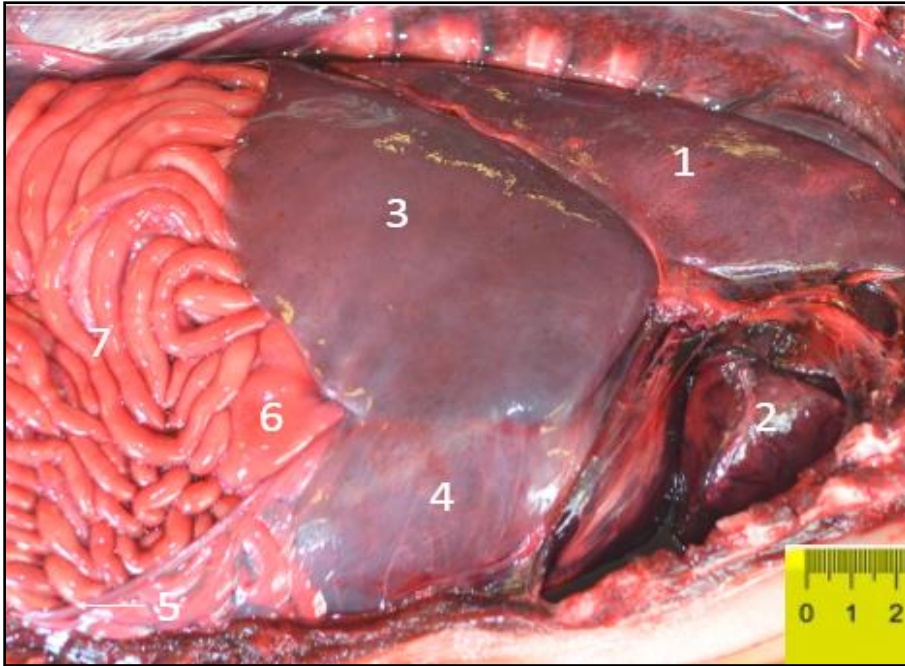


Figura 7. Vista torácica y abdominal. 1- Pulmón; 2- Corazón; 3- Hígado; 4- Ligamento falciforme; 5- Ligamento redondo; 6- Estómago; 7- Intestino.



Figura 8. Tomografía computarizada de neonato hembra de franciscana. Se muestra corte axial decúbito ventral: 1- Parénquima hepático; 2- Pulmón izquierdo; 3- Pulmón derecho; 4- Arteria aorta.

Se observó que la cara diafragmática del hígado tomaba contacto con el músculo diafragma el cual le daba la forma convexa y lisa. La cara visceral se relacionaba con el estómago e intestino, llevando la impronta de ellos, además ingresaba la porta hepática, la arteria y vena hepática (**Fig. 9 y 10**).

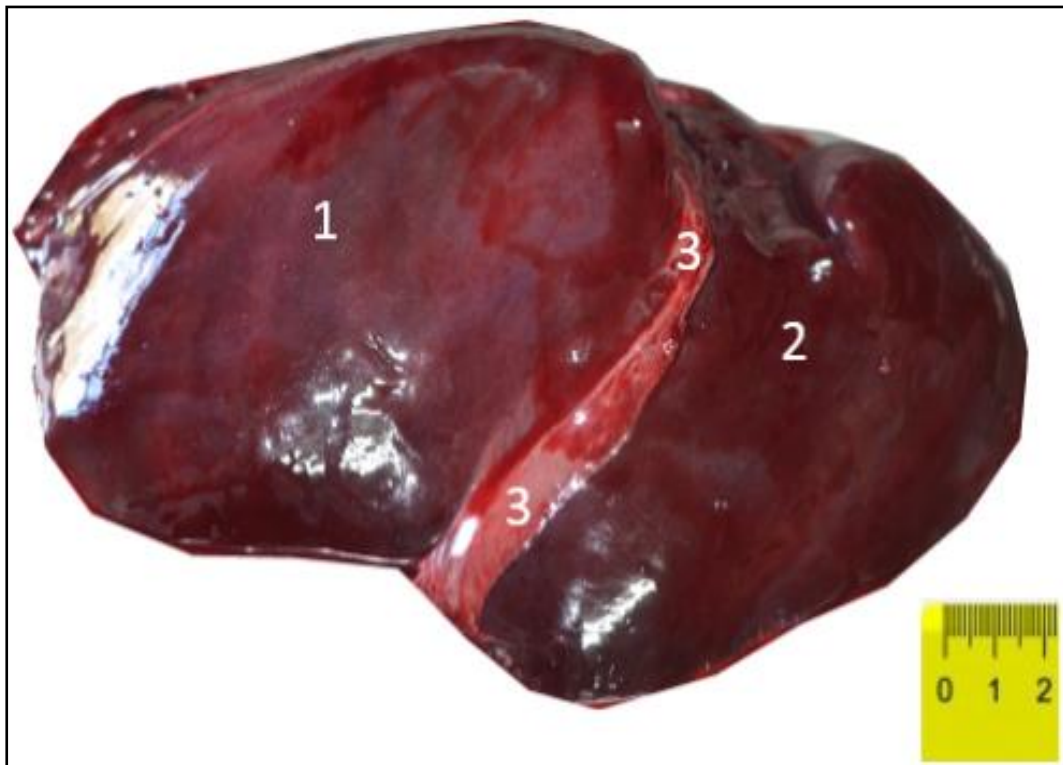


Figura 9. Hígado, vista de su cara diafragmática.1- Lóbulo derecho; 2- Lóbulo izquierdo; 3- Ligamento falciforme.

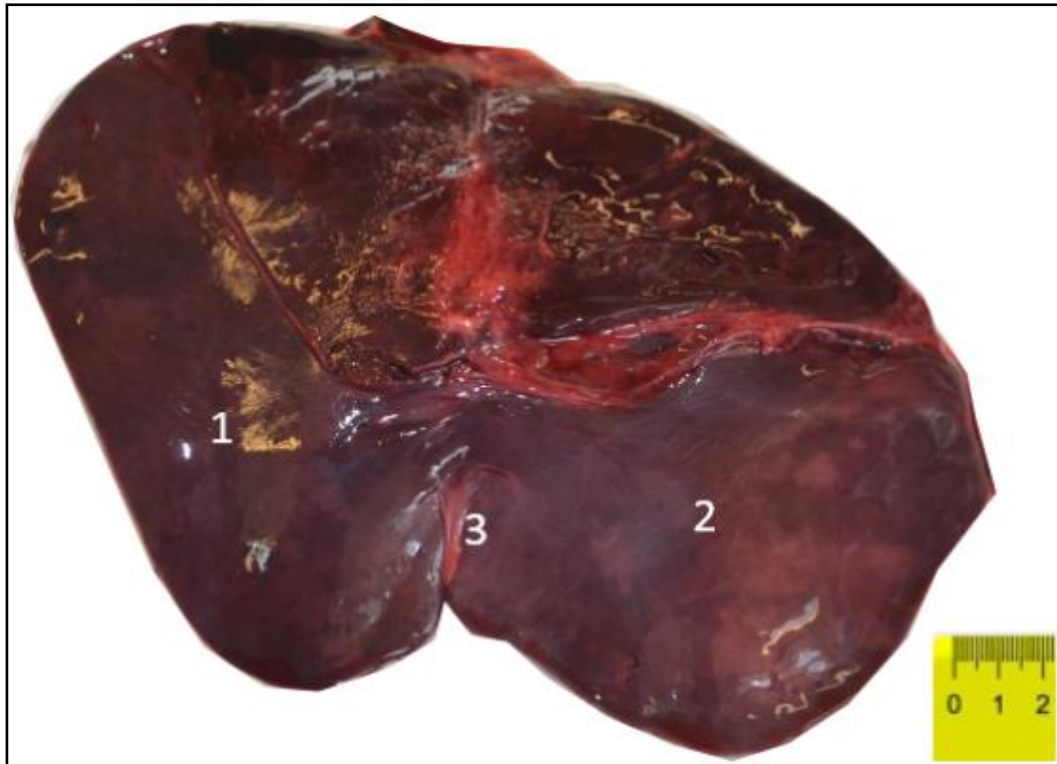


Figura 10. Hígado, vista cara visceral. 1- Lóbulo izquierdo; 2- Lóbulo derecho; 3- Fisura del ligamento redondo con el ligamento propiamente dicho.

En los 16 individuos analizados el hígado presentó un peso promedio de 527 g (dE 231,5 g), representando el 2,46% (dE 0,32%) del peso corporal en el delfín. Los valores variaron dependiendo del sexo, presentando un peso promedio que tendió a ser mayor en machos (545 g dE 217,5 g) que en hembras (503 g dE 264 g). Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas según el test de Mann-Whitney: $U = 28$, $p = 0.7506$. El peso de los hígados correspondió al 2,6% (dE 0,53%) del peso corporal en el macho y al 2,3% (dE 0,32%) del peso corporal en la hembra (**Tabla 2**).

Tabla 2. Sexo, largo total, peso corporal del hígado e índice hepatosomático de 16 franciscanas provenientes de la costa de Montevideo.

Código	Sexo	Clase de edad ¹	Largo (cm)	Peso (kg)	P. del hígado(g)	Índice hepatosomático
20	H	J	103,0	13,6	260	1,91
31	H	J	107,5	19,0	440	2,31
34	H	J	112,0	19,1	374	1,96
38	H	A	140,0	36,5	1050	2,88
40	H	J	121,8	26,0	620	2,38
52	H	J	109,0	16,5	380	2,3
55	H	J	101,0	16,9	400	2,36
\bar{X} dE			113,5dE 13,5	21,1dE 7,8	503,4dE 264	2,3dE 0,32
23	M	J	128,5	21,7	460	2,12
24	M	J	98,2	14,9	320	2,15
35	M	J	118,0	22,9	450	1,97
37	M	A	131,0	27,5	960	3,49
41	M	J	90,0	11,0	360	3,27
66	M	J	100,0	14,7	360	2,45
73	M	J	127,5	22,0	600	2,73
77	M	J	122,5	20,1	600	2,98
80	M	A	138,0	34,6	800	2,31
\bar{X} dE			117,1dE 16,9	21,04dE 7,2	545,6dE 217,5	2,6dE 0,5

H: hembra, **M:** macho, **J:** juvenil, **A:** adulto, **dE:** desvío estándar, \bar{X} : media.

¹Los ejemplares fueron clasificados como juveniles o adultos de acuerdo con el largo total y peso corporal reportados para cada sexo en Kasuya y Brownell (1979).

Los hígados presentaron una media del largo total tanto en su cara diafragmática como en su cara visceral de 23,1 cm (dE 4,5 cm) y de 20,1 cm (dE 3,1 cm) respectivamente. Discriminando por sexo en las hembras la media de su cara diafragmática fue de 22,6 cm (dE 4,9 cm) y de su cara visceral 20,6 cm (dE 4 cm); la media en machos de la cara diafragmática midió 23,4 cm (dE 4,4 cm) y su cara visceral 19,7 cm (dE 2,3 cm) (**Fig. 2 y Tabla 3**).

La media del ancho máximo del órgano en la cara diafragmática fue de 15,3 cm (dE 2,4 cm) y en la cara visceral de 13,1 cm (dE 1,7 cm). Diferenciadas por sexo, la media del ancho de la cara diafragmática en las hembras fue de 14,4 cm (dE 2 cm), mientras que el ancho de la cara visceral 13,1 cm (dE 2 cm). En los machos, la media del ancho de la cara diafragmática fue 16 cm (dE 2,5 cm) y la del ancho de la cara visceral fue 13,2 cm (dE 1,6 cm) (**Fig. 2 y Tabla 3**).

Tabla 3. Medidas de espesor, ancho, largo de parénquima hepático y ligamento redondo.

Código	Sexo	Espesor máx. lóbulo Der	Espesor máx. lóbulo Izq.	Ancho máx. cara diaf.	Largo máx. cara diaf.	Ancho máx. cara visceral	Largo máx. cara visceral	Lig. redondo
20	H	3,5	2,7	10,5	16,5	10,0	14,5	7,4
31	H	4,2	3,7	15,5	23,0	11,0	19,0	16,5
34	H	3,6	2,2	15,0	21,0	14,0	20,0	15,0
38	H	7,8	4,6	16,0	32,0	15,0	28,0	16,8
40	H	4,3	3,2	16,0	24,5	15,0	22,0	15,3
52	H	3,5	3,0	13,0	20,0	12,0	21,0	11,4
55	H	3,2	2,5	15,0	21,0	14,5	20,0	11,5
\bar{X} dE		4,3dE1,6	3,1dE0,8	14,4dE2	22,6dE4,9	13,1dE2	20,6dE4	14,4dE2,4
23	M	3,6	3,2	16,0	26,0	14,0	20,0	18,5
24	M	4,0	3,0	12,0	17,0	10,5	16,0	10,5
35	M	3,5	3,3	16,0	25,0	12,0	18,0	18,0
37	M	7,1	4,2	17,0	31,0	15,0	21,0	19,5
41	M	3,5	2,2	15,0	20,5	13,0	19,2	13,3
66	M	3,3	2,7	13,5	18,0	12,5	17,5	11,5
73	M	3,7	2,7	17,0	23,5	14,5	22,5	17,0
77	M	6,0	4,0	16,5	24,0	12,0	20,0	11,2
80	M	7,0	4,0	21,0	26,0	15,0	23,0	15,5
\bar{X} dE		4,6dE1,6	3,3dE0,7	16dE2,5	23,4dE4,4	13,2dE1,6	19,7dE2,3	15dE3,5

H: hembra, **M:** macho, **dE:** desvío estándar, \bar{X} : media.

Sobre la cara diafragmática los lóbulos derecho e izquierdo estaban separados por la porción diafragmática del ligamento falciforme, quien presentaba una media de 10,1 cm (dE 2,2 cm), este ligamento continuaba hacia la región umbilical. Sumándose las dos porciones del ligamento falciforme presentaron una media total de 20,9 cm (dE 4,8 cm). Los lóbulos derechos e izquierdos no presentaron otras subdivisiones; mostrando en total 2 lóbulos bien diferenciados (**Fig. 9 y 11**).

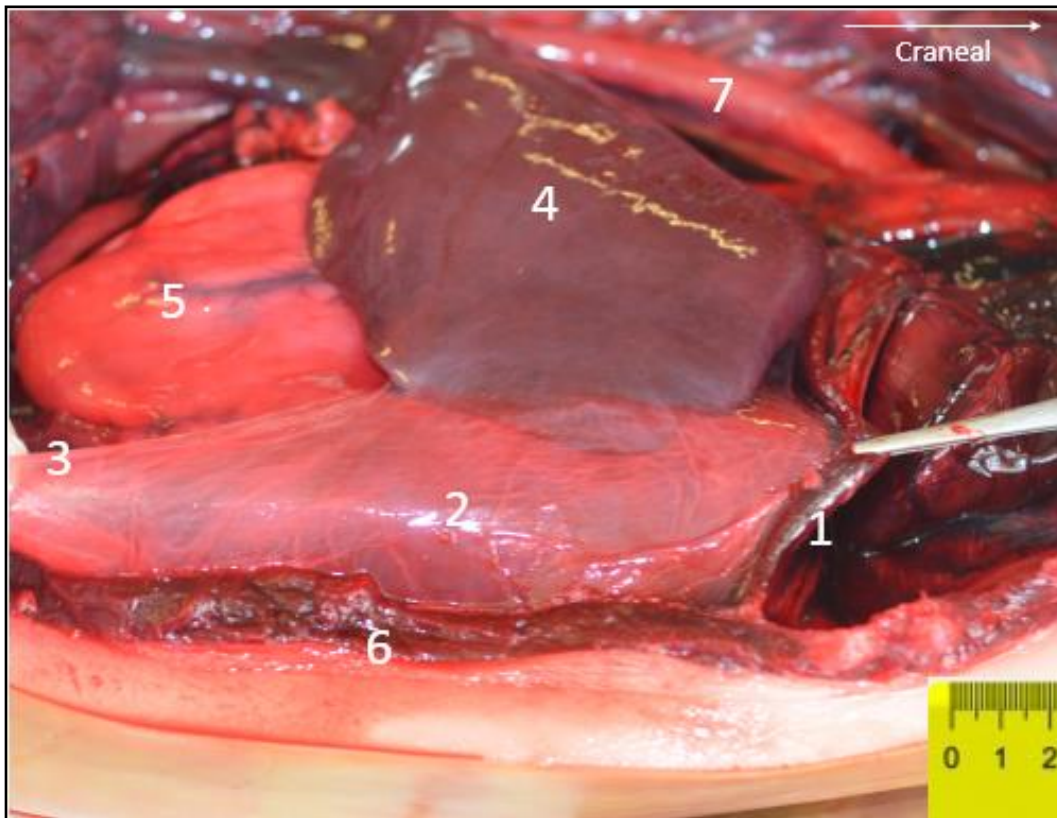


Figura 11. Vista abdominal lateral derecha. 1- Diafragma; 2- Ligamento falciforme; 3- Ligamento redondo; 4- Hígado; 5- Estómago; 6- Pared abdominal; 7- Arteria aorta abdominal.

En su cara visceral el hígado presentaba la fisura del ligamento redondo, diferenciando dos grandes territorios, siendo estos el lóbulo derecho y el izquierdo. El largo del ligamento redondo presentó una media de 14,3 cm (dE 3,4 cm) (**Fig. 10 y 11**). Sobre su cara visceral en el lóbulo derecho se visualizaba la vena cava caudal, la vena porta y la arteria hepática. El hígado del delfín franciscana no presentaba vesícula biliar.

El lóbulo derecho tenía una media de largo máximo de 12,7 cm (dE 2,8 cm) que se extendía del borde dorsal al borde ventral, un ancho máximo medio de 13,9 cm (dE 2,6 cm) que iba desde el borde lateral derecho al ligamento falciforme. La media del espesor máximo del parénquima hepático del lado derecho fue de 4,5 cm (dE 1,6 cm). Estas medias discriminadas por sexo en el lóbulo derecho correspondieron en

machos a un largo máximo de 12,3 cm (dE 2,8 cm), un ancho máximo de 13,8 cm (dE 1,6 cm) y un espesor máximo 4,6 cm (dE 1,6 cm). Las hembras presentaron una media de largo máximo de 13,1 cm (dE 3,3 cm), un ancho máximo 14,1 cm (dE 3,7 cm) y un espesor de 4,3 cm (dE 1,6 cm) **(Fig. 2 y Tabla 3 y 4)**.

El lóbulo izquierdo presentó un largo máximo, del borde dorsal al borde ventral, con una media de 15,6 cm (dE 3 cm). El ancho máximo, del borde lateral izquierdo al ligamento falciforme, correspondió a una media de 9,5 cm (dE 2,5 cm). La media del espesor máximo del parénquima hepático fue de 3,2 cm (dE 0,7 cm). El lóbulo izquierdo de los machos presentó un largo máximo medio de 16,1 cm (dE 2,8 cm), un ancho máximo de 9,4 cm (dE 2,6 cm) y un espesor máximo de 3,3 cm (dE 0,7 cm). En hembras, la media del largo máximo fue de 15,1 cm (dE 3,3 cm), el ancho máximo de 9,7 cm (dE 2,6 cm) y el espesor máximo de 3,1 cm (dE 0,8 cm) **(Fig. 2 y Tabla 3 y 4)**.

Tabla 4. Medidas realizadas sobre el hígado en su cara diafragmática y visceral.

Código	Sexo	LMLD	AMLD	LMLI	AMLI	LLFP	LFPU	LTLF
20	H	8,5	10,0	10,5	6,0	6,5	5,4	11,9
31	H	15,0	13,0	13,0	11,0	11,0	13,0	24,0
34	H	11,0	21,5	16,0	9,0	9,0	10,5	19,5
38	H	19,0	12,5	21,0	14,5	10,5	12,3	22,8
40	H	14,0	16,0	17,0	10,0	13,0	10,8	23,8
52	H	12,0	12,5	14,0	8,0	8,5	7,9	16,4
55	H	12,5	13,5	14,0	9,5	8,5	9,0	17,5
\bar{X}dE		13,1dE3,3	14,1dE3,7	15,1dE3,3	9,7dE2,6	9,6dE2,1	9,8dE2,6	19,4dE4,5
23	M	11,0	15,0	16,0	11,0	13,0	15,0	28,0
24	M	9,5	12,5	13,0	5,5	8,0	7,5	15,5
35	M	10,0	13,0	15,0	11,0	13,0	14,0	27,0
37	M	17,0	15,5	20,0	13,0	11,0	15,0	26,0
41	M	12,0	12,5	15,0	8,0	10,0	9,3	19,3
66	M	10,5	11,0	13,0	6,0	7,0	9,0	16,0
73	M	12,0	14,0	16,0	9,0	9,0	14	23,0
77	M	14,0	15,0	15,5	9,0	10,0	8,2	18,2
80	M	15,0	15,5	21,0	12,0	13,5	12,0	25,5
\bar{X}dE		12,3dE2,8	13,8dE1,6	16,1dE2,8	9,4dE2,6	10,5dE2,3	11,6dE3,1	22,1dE4,9

H: hembra, **M:** macho, **dE:** desvío estándar, **\bar{X} :** media; **LMLD:** Largo máximo desde el borde dorsal al borde ventral del lóbulo derecho; **AMLD:** Ancho máximo desde el borde lateral derecho al ligamento falciforme del lóbulo derecho; **LMLI:** Largo máximo desde el borde dorsal al borde ventral del lóbulo izquierdo; **AMLI:** Ancho máximo desde el borde lateral izquierdo al ligamento falciforme del lóbulo izquierdo; **LLFP:** Largo del ligamento falciforme sobre el parénquima hepático (porción diafragmática); **LFPU:** Ligamento falciforme porción umbilical o caudal; **LTLF:** Largo total ligamento falciforme (porción diafragmática más porción umbilical).

Sobre su borde dorsal el hígado presentó un amplio ligamento coronario uniéndose a la cara abdominal del músculo diafragma, delimitando entre sí el área nuda, bordeando la emergencia de la vena cava caudal. Sobre los bordes laterales el hígado se fijaba mediante los ligamentos triangulares derecho e izquierdo. En los ejemplares disecados solamente en dos machos se evidenció la presencia de un ligamento hepatorenal derecho, midiendo 4,5 cm en uno y 5 cm en otro, estando ausente en los demás ejemplares (**Figs. 12, 13 y 14**).



Figura 12. Vista caudal del hígado. 1- Ligamento triangular derecho; 2- Ligamento triangular izquierdo; 3- Ligamento hepatorenal; 4- Corazón; 5- Riñón derecho.

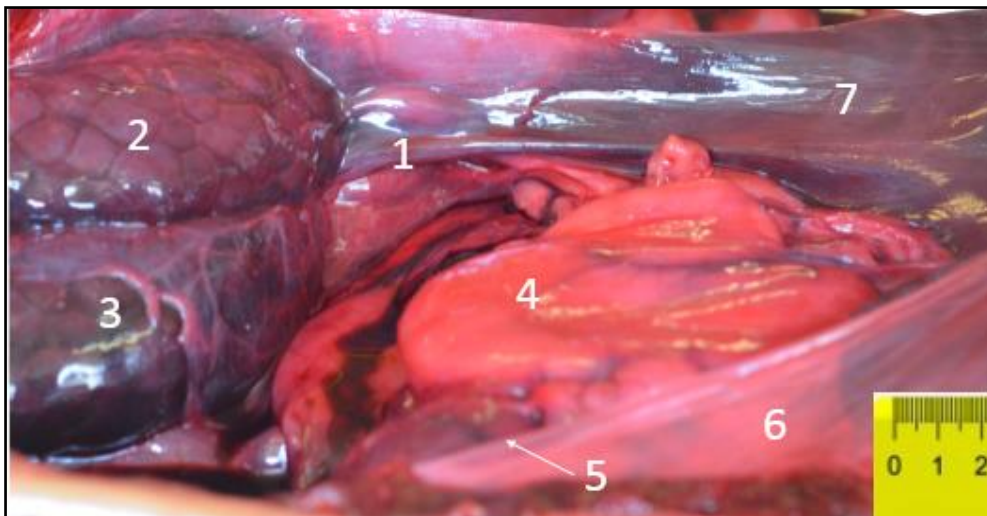


Figura 13. Vista de cavidad abdominal. 1- Ligamento hepatorenal; 2- Riñón derecho; 3- Riñón izquierdo; 4- Estómago; 5- Ligamento redondo; 6- Ligamento falciforme; 7- Hígado.

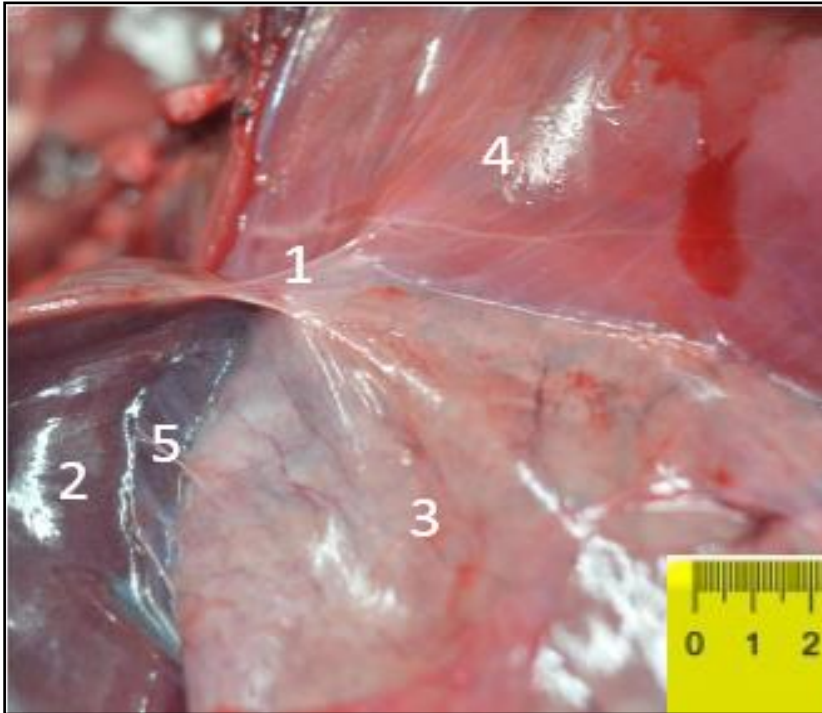


Figura 14. Vista ventrocaudal del hígado. 1- Ligamento triangular izquierdo; **2-** Hígado; **3-** Estómago; **4-** Diafragma; **5-** Ligamento hepatogástrico.

La vena cava caudal estaba adherida a la superficie dorsal del órgano y recibía dos grandes senos y varias venas intrahepáticas. La misma presentaba un seno derecho y uno izquierdo, siendo el primero el más grande. No se observó a simple vista subdivisiones aparentes en los senos (**Fig. 15**).

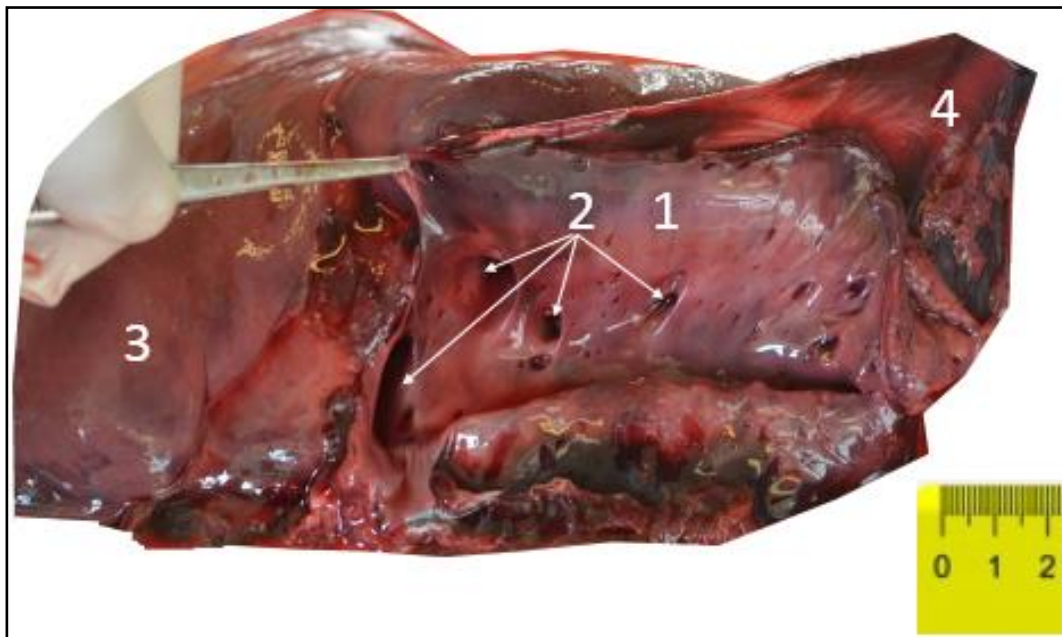


Figura 15. Vista craneoventral. 1- Vena; 2- Venas hepáticas; 3- Hígado; 4- Ligamento coronario.

Histológicamente los hepatocitos eran poliédricos y formaban cordones hepáticos. Cada uno mostraba un núcleo redondeado, relativamente grande, y a veces era doble. Luego de la tinción de hematoxilina y eosina se apreciaba el citoplasma acidófilo y los núcleos se encontraban picnóticos.

Los cortes de las muestras histológicas permitieron determinar el diámetro de los hepatocitos. Los mismos oscilaron entre $5,9 \mu\text{m}$ (dE $1,0 \mu\text{m}$), correspondiendo a una hembra, y $6,6 \mu\text{m}$ (dE $1,1 \mu\text{m}$) correspondiendo a un macho. Los capilares sinusoides presentaron un diámetro relativamente constante; el mismo iba desde $4,7 \mu\text{m}$ (dE $0,7 \mu\text{m}$) a $5,0 \mu\text{m}$ (dE $0,8 \mu\text{m}$).

A diferencia de lo ocurrido con los hepatocitos y los capilares, las venas porta presentaron un rango de variación más amplio en su diámetro, el cual iba de $23,6 \mu\text{m}$ dE ($9,1 \mu\text{m}$) a $59,3 \mu\text{m}$ (dE $26,4 \mu\text{m}$). Para el caso de las venas centro lobulillares se obtuvieron muestras de 3 individuos. El diámetro mínimo de las mismas fue de $20,4 \mu\text{m}$ (dE $9,3 \mu\text{m}$) y el máximo fue de $34,5 \mu\text{m}$ (dE $9,5 \mu\text{m}$) (**Tabla 5**).

Tabla 5. Medidas de las variables (diámetros de hepatocitos, capilares sinusoides, venas porta y venas centrolobulillares).

Código	Sexo	Madurez sexual	Diám. Hepatocitos (µm)	Diám. Capilares (µm)	Diám. Vena Porta (µm)	Diám. Vena Centrolobulillar (µm)
23	M	J	6,6 dE 1,1	4,8 dE 0,8	23,6 dE 9,1	20,4 dE 9,3
31	H	J	-	-	42,2 dE 10,8	32,5 dE 8,3
37	M	A	6,3 dE 1,3	4,9 dE 0,8	59,3 dE 26,4	-
38	H	A	6,0 dE 1,1	4,8 dE 0,7	-	-
40	H	J	5,9 dE 1,0	5,0 dE 0,8	32,9 dE 10,8	-
41	M	J	6,1 dE 0,9	4,7 dE 0,7	39,4 dE 22,2	34,5 dE 9,5

H: hembra, **M:** macho, **J:** juvenil, **A:** adulto. Las medidas están expresadas como medias dE desvío estándar. Los guiones representan variables inmedibles en las condiciones en las que se encontraban las muestras.

DISCUSION Y CONCLUSIÓN

El presente estudio brinda nueva información sobre la anatomía de la franciscana, profundizando en las descripciones anatómicas del hígado ya mencionada por Yamasaki et al., 1976 y brindando las primeras medidas histológicas de la estructura del órgano. Además, se presenta una comparación con otros cetáceos y mamíferos domésticos de referencia (véase abajo).

El hígado en los mamíferos domésticos está situado en la región intratorácica inmediatamente detrás del diafragma. Su porción principal se ubica hacia la región derecha del abdomen (König y Liebich, 2005; Dyce et al., 2007). Al igual que los mamíferos en general los cetáceos presentan la misma ubicación de este órgano (Yamasaki et al., 1976; Godinho, 2010; Martín Díaz, 2019). Los resultados que se encontraron en las disecciones de franciscanas muestran que la localización del hígado coincide con la ubicación anatómica mencionada por los autores citados previamente.

En la franciscana el hígado presenta una cara diafragmática que toma contacto con el músculo diafragma dándole a esta la forma convexa y lisa, y una cara visceral que se relaciona con el estómago e intestino llevando la impronta de estos. Esto coincide con estudios anatómicos realizados anteriormente en otros delfines (Yamasaki et al., 1976; Godinho, 2010; Sánchez, Contreras y Moreno, 2016; Cozzi et al., 2017, Martín Díaz, 2019), presentando a su vez las mismas características que los mamíferos domésticos (Barone, 1984; König y Liebich, 2005; Dyce et al., 2007).

En las franciscanas estudiadas (n = 16 individuos), el peso corporal (11,0 - 36,5 kg) y el peso del hígado (260 – 1050 g) presentó similitudes a los valores de los delfines analizados por Yamasaki et al., (1976), donde ambos pesos variaron entre 11,8 - 52,2 kg y 280 - 1350 g (n = 16 individuos), respectivamente. Estos valores corresponden a los esperados para un delfín pequeño como la franciscana. Por ejemplo, para el caso de delfines de mayor tamaño, como son los delfines *Stenella graffmani* (n = 16 individuos; 55,4-84,0 kg) y *Stenella longirostris* (n = 6 individuos; 43,4-59,0 Kg) se ha reportado que sus hígados variaron entre 1281 y 2195 g y entre 832 y 997 g, respectivamente (Perrin y Roberts, 1972). Se ha estimado a su vez que

en un individuo de *Tursiops truncatus* de 300 kg su hígado puede pesar de 6 a 9 kg (Cozzi et al., 2017).

La amplia variación de tamaño del hígado en las diversas especies es debido a sus funciones metabólicas. En la franciscana encontramos que la media del índice hepatosomático representa el 2,46 %, similar al valor reportado de 2,59 % por Yamasaki et al., (1976) y 2,33% por Panebianco, (2011). Los resultados del estudio indicaron que los machos tenían un peso relativo del hígado (2,61%) mayor al de las hembras (2,30%). Cuando los datos del índice hepatosomático presentados para cada individuo en Yamasaki et al., (1976) son analizados en conjunto con los obtenidos en nuestro estudio se observa que esta tendencia se mantiene (2,63% en machos vs 2,43% en hembras; n = 31 individuos). Sin embargo, estos resultados contrastan con los analizados en Panebianco, (2011) donde el índice hepatosomático de las hembras (2,51%; n = 16 individuos) tendió a ser mayor que el de los machos (2,21%; n = 24 individuos). Estos resultados contradictorios no parecen vincularse a diferencias en las clases etarias de los individuos estudiados, ya que en todos los casos predominaron delfines juveniles. Por lo contrario, los mismos podrían sugerir que no hay diferencias aparentes entre sexos en el peso relativo del hígado.

A pesar del bajo peso del hígado en la franciscana, su relación con el peso corporal es similar al de otros delfines. Se observó una similitud con otros delfines de río como *Platanista gangetica* e *Inia geoffrensis*, dónde sus hígados representaron el 2,1% y 2,3% de su peso corporal, respectivamente (Yamasaki, Takahashi y Kamiya, 1972). Estos valores también coinciden con lo reportado en especies de delfines marinos, donde el índice hepatosomático varía entre 2% y 3% (Yamasaki et al., 1976; Cozzi et al., 2017). También se encontraron similitudes con algunos mamíferos terrestres, como en el caso del gato que es 2%, en el perro de 3-4%, en el cerdo de 2-3%. En caso de los herbívoros se observa una diferencia más marcada; su índice hepatosomático es de 1-1,5% (König y Liebich, 2005; Dyce et al., 2007).

En animales muy móviles, el hígado presenta una subdivisión máxima y los lóbulos hepáticos pueden desplazarse uno sobre el otro en flexión o extensión (König y Liebich, 2005). En mamíferos domésticos como en el perro y el gato, el hígado está

dividido en lóbulo izquierdo y derecho, los cuales están subdivididos en lóbulo lateral y lóbulo medial. Estas mismas especies presentan un lóbulo cuadrado y un lóbulo caudado que a su vez se subdivide en proceso papilar y caudado. En los rumiantes el hígado está ubicado exclusivamente a la derecha del plano medio, y presenta lóbulo izquierdo, derecho, cuadrado y caudado que esta subdividido en proceso caudado y papilar (Barone, 1984; Sisson, Grossman y Getti, 2005; König y Liebich, 2005; Dyce et al., 2007).

El hígado de los cetáceos está dividido en dos lóbulos por una hendidura poco profunda (Yamasaki et al., 1976; Perrin, Würsig y Thewissen, 2009; Godinho, 2010; Martín Díaz, 2019). Ocasionalmente, hay un tercer lóbulo intermedio, como en el caso de *Tursiops truncatus* presentando los lóbulo derecho e izquierdo y un tercer lóbulo cuadrado (Perrin et al., 2009; Sánchez, 2016). En el caso de la franciscana se aprecia la presencia de dos lóbulos bien definidos correspondiendo al derecho e izquierdo. Los mismos están divididos por el ligamento redondo en su porción visceral y por el ligamento falciforme en su cara diafragmática. Esto es similar a lo reportado por Yamasaki et al., 1976.

Varias estructuras anatómicas vinculadas al hígado de la franciscana no fueron reportadas en detalle o mencionadas por Yamasaki et al., 1976. En el presente trabajo se observó una serie de ligamentos los cuales fijan al hígado. En la cara diafragmática se encuentra el ligamento falciforme, teniendo una región adherida al diafragma y al hígado. Este ligamento presenta una porción libre la cual se fija a la superficie dorsal de la línea alba, craneal a la región umbilical. En su cara visceral se identifica el ligamento redondo que comienza en la superficie caudal del hígado, dirigiéndose hacia la región umbilical siendo este un vestigio de la arteria y vena umbilical. Sobre el borde dorsal del hígado se presenta un amplio ligamento coronario uniéndose a la cara abdominal del músculo diafragma, delimitando entre sí el área nuda, bordeando la emergencia de la vena cava caudal. Los bordes laterales del hígado se fijan por medio de los ligamentos triangulares derecho e izquierdo. En dos ejemplares se evidenció la presencia del ligamento hepatorenal dónde su inserción fue desde el polo craneal del riñón derecho a la parte caudal del lóbulo derecho. Cabe resaltar que esta descripción es la primera realizada para los

ligamentos peritoneales en esta especie. Estos mismos ligamentos están descritos en otros mamíferos domésticos, presentando la particularidad que dentro de una misma especie el ligamento hepatorenal está presente y en otros no, como lo observado en franciscanas (Barone, 1984; Sisson et al., 2005; König y Liebich, 2005; Dyce et al., 2007). En el estudio realizado por Yamasaki et al., (1976) sólo se puede identificar la presencia del ligamento falciforme y redondo, los cuales están descritos únicamente en la división de los lóbulos hepáticos. Notándose la omisión de otros ligamentos como medio de fijación y sostén del hígado.

Según Barone, (1984), la vesícula biliar es un reservorio de bilis, alojada en la depresión de la cara visceral del hígado. Sus funciones no son imprescindibles, por lo que normalmente falta en muchas especies. Carecen de ella, dentro del orden Perissodactyla, estando las familias Camelidae, Equidae, Rhinocerotidae, Tapiridae; en los rumiantes las familias Cervidae, Girafidae; el orden Proboscidea; el superorden Xenarthra; el orden Rodentia; algunas especies dentro del orden Sirenia y el orden Cetacea. Mediante las disecciones realizadas a todos los ejemplares de franciscana se apreció la ausencia de la vesícula biliar. Esto coincide con lo reportado en franciscana y con otros estudios realizados en cetáceos (Yamasaki et al., 1976; Godinho, 2010; Cozzi et al., 2017; Martín Díaz, 2019).

En la franciscana la vena cava está adherida a la superficie dorsal del hígado, recibe dos grandes senos venosos, uno del lóbulo derecho y otro del izquierdo, además de varias venas intrahepáticas. Esto corrobora lo publicado en franciscanas por Yamasaki et al., 1976. Sin embargo presenta diferencias con otros delfines como *Grampus griseus*, en el cual la vena cava recibe dos grandes senos intrahepáticos y varias venas intrahepáticas, pero el seno derecho se divide en dos partes (Cozzi et al., 2017).

Según los datos obtenidos histológicamente de las franciscanas a nivel de hepatocitos se pudo determinar que su diámetro osciló entre 5,9 μm (dE 1,0 μm) a 6,6 μm (dE 1,1 μm). Si estos valores son comparados con los de otros cetáceos como ballenas, los hepatocitos de franciscana son pequeños. Según, Hosokawa y Sekino (1958) que estudiaron el diámetro de los hepatocitos en ballena franca (*Eubalaena australis*) y en ballena azul (*Balaenoptera musculus*) obtuvieron un

diámetro longitudinal y transversal de 18,6 μm y 13,9 μm y de 18,3 μm y 14,9 μm , en ambas especies respectivamente. El tamaño de los hepatocitos de roedores (ratas y ratones) es de 15 a 20 μm siendo mayor a los valores obtenidos en franciscana (Jiang, Xu y Gore, 2020). Así mismo haciendo referencia a un animal de producción como el bovino, también se aprecia una diferencia en el diámetro de sus células hepáticas que van de 18 a 28 μm (Mariappa, 1959), en comparación con los suinos el diámetro de los hepatocitos es de 18,0 a 2,8 μm (Stegemann et al., 2000). Todos estos valores son mayores a los observados en franciscana en el presente estudio.

Un aspecto a tener en cuenta a la hora de considerar el diámetro de estas células es el proceso post mortem que sufrieron los cadáveres. Cabe destacar que la descongelación de forma lenta provoca una gran pérdida de líquidos celulares. A este debe sumarse la deshidratación que sufren las células durante el procesamiento histológico de rutina. Por estas razones los valores obtenidos para este diámetro deben interpretarse con precaución. Es posible que en muestras frescas, fijadas rápidamente, puedan obtenerse algunas diferencias con los valores obtenidos en el presente estudio. Por otro lado, entendemos que el efecto de descongelación afecta a todos los animales incluidos en las mediciones, por lo tanto el hecho de no encontrar diferencias entre categorías de animales no es atribuible a este efecto. Para establecer posibles diferencias a nivel histológico creemos que se debería contar con más animales por clase etaria e idealmente tendrían que ser fijados en los primeros minutos luego de la muerte del animal. A sí mismo, resaltamos la importancia de poder trabajar con cadáveres provenientes de la captura incidental, que aunque no son el material ideal, el aprovechamiento integral de estos individuos aportan información valiosa e indispensable para futuros trabajos y conservación de la especie.

En conclusión, el hígado de la franciscana tiene la ubicación, estructura y ligamentos peritoneales típicos de los mamíferos en general, con la excepción que presenta dos lóbulos hepáticos bien definidos, coincidiendo con la mayoría de los delfines. En particular el hígado se asemeja al de otros mamíferos marinos en cuanto a su anatomía y a la ausencia de vesícula biliar. El índice hepatosomático en el presente trabajo muestra similitudes con otros estudios en la misma especie, al igual que con delfines y mamíferos domésticos. Desde el punto de vista histológico observamos que los hepatocitos son más pequeños en la franciscana que en otros mamíferos marinos y en los mamíferos domésticos de referencia. Los capilares sinusoides no variaron con el sexo, presentando un diámetro constante entre los animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barone, R. (1984). *Anatomie comparee des mammiferes domestiques* (4^a ed.). Paris: Vigot Frères.
- Botta, S., Secchi, E.R., Muelbert, M.M., Danilewicz, D., Negri, M.F., Cappozzo, H.L., y Hohn, A.A. (2010). Age and growth of franciscana dolphins, *Pontoporia blainvillei* (Cetacea: Pontoporiidae) incidentally caught off southern Brazil and northern Argentina. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90, 1493–1500.
- Cunha, H.A., Medeiros, B.V., Barbosa, L.A., Cremer, M.J., Marigo, J., Lailson-Brito, J.,... Solé-Cava, A.M. (2014). Population structure of the endangered franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*): reassessing management units. *Plos One*, 9(1): e8563.
- Cunha, H.A., Días, C.P., Alvarenga, L.C., Wells, R.S., y Cremer, M.J. (2020a). Microscale population structure and kinship analyses suggest philopatry of both sexes in franciscanas (*Pontoporia blainvillei*). *International Whaling Commission's Scientific Committee*, 23. Recuperado de https://archive.iwc.int/pages/terms.php?ref=17370&search=%21last1000&order_by=field8&offset=0&restypes=&starsearch=&archive=&per_page=240&default_sort_direction=ASC&sort=DESC&context=Root&k=&curpos=&url=%2Fpages%2Fdownload_progress.php%3Fref%3D17370%26search%3D%2521last1000%26order_by%3Dfield8%26offset%3D0%26restypes%3D%26starsearch%3D%26archive%3D%26per_page%3D240%26default_sort_direction%3DASC%26sort%3DDESC%26context%3DRoot%26k%3D%26curpos%3D%26size%3D%26ext%3Dpdf
- Cunha, H.A., Gariboldi, M.C., Mendez, M., Secchi, E.R., Oliveira, L.R., Ott, P., ... Farro, A.P.C. (2020b). Review on franciscana stock structure and Franciscana Management Areas (FMAs). *International Whaling Commission's Scientific Committee*, 9. Recuperado de <https://archive.iwc.int/pages/terms.php?ref=17376&search=%21last1000&orde>

r_by=field8&offset=0&restypes=&starsearch=&archive=&per_page=0&default_sort_direction=ASC&sort=ASC&context=Root&k=&curpos=&url=%2Fpages%2Fdownload_progress.php%3Fref%3D17376%26search%3D%2521last1000%26order_by%3Dfield8%26offset%3D0%26restypes%3D%26starsearch%3D%26archive%3D%26per_page%3D0%26default_sort_direction%3DASC%26sort%3DASC%26context%3DRoot%26k%3D%26curpos%3D%26size%3D%26ext%3Dpdf

- Crespo, E.A. (2018). Franciscana dolphin: *Pontoporia blainvillei*. En *Encyclopedia of marine mammals* (3ª ed., pp. 388-392). Londres: Academic Press.
- Cozzi, B., Huggenberger, S., y Oelschläger, H.A. (2017). *Anatomy of dolphins: insights into body structure and function*. Londres: Academic Press.
- Dyce, K.M., Sack, W.O., y Wensing, C.J. (2007). *Anatomía Veterinaria* (3ª ed.). Mexico: El Manual Moderno.
- Dyce, K.M., W.O., y Wensing, C.J. (2015). *Anatomía veterinaria* (4ª ed.). Mexico: El Manual Moderno.
- García del Moral, R. (1993). *Laboratorio de anatomía patológica*. Madrid: McGraw-Hill.
- Garcias, S., Castejon, F., De La Cruz, L.F., Gonzales, J., Murillo, M.D., y Salido, G. (1996). *Fisiología Veterinaria*. Madrid: Ed. McGraw-Hill.
- Godinho, A.I.A. (2010). *Estudio morfológico e inmunohistoquímico de glóbulos hialinos en hígado de cetáceos varados* (Doctoral dissertation). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Hosokawa, H., y Sekino, T. (1958). Comparison of the size of cells and some histological formations between whales and man. *Scientific Reports of the Whales Research institute, Tokyo*, 13, 269-301.
- Jiang, X., Xu, J., y Gore, J.C. (2020). Mapping hepatocyte size in vivo using temporal diffusion spectroscopy MRI. *Magnetic Resonance in Medicine*, 84(5), 2671-2683

- Kasuya, T., y Brownell Jr, R.L. (1979). Age determination, reproduction, and growth of the franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei*. *Scientific Reports of the Whales Research Institute*, 31, 45-67
- König, H.E., y Liebich, H.G. (2005). *Anatomía de los Animales Domésticos: Órganos, Sistema Circulatorio y Sistema Nervioso* (2ª ed.). Buenos Aires: Panamericana.
- Martín Díaz, N. (2019). *Anatomía comparada del suborden Odontoceti* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, Universidad de Extremadura, España.
- Mariappa, D. (1959). *The histology of the bovine liver with special reference to the formation of bile canaliculi* (Tesis de maestría). Kansas State University of Agriculture and Applied Science, Manhattan.
- Panebianco, M.V. (2011). *Análisis de los niveles de metales pesados (Pb, Cu, Cr, Zn, Ni y Cd) y aspectos reproductivos del delfín franciscana (Pontoporia blainvillei)* (Doctoral dissertation), Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Buenos Aires.
- Perrin, W.F., y Roberts, E.L. (1972). Organ weights of non-captive porpoise (*Stenella* spp.). *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, 71(1), 19-32.
- Perrin, W.F., Würsig, B., y Thewissen, J.G.M. (2009). *Encyclopedia of marine mammals* (2ª ed.). Londres: Academic Press.
- Ross, M.H., y Pawlina, W. (2016). *Histología Texto y Atlas Correlación con biología celular y molecular* (7ª ed.). Barcelona: Wolters Kluwer.
- Sánchez., G., Contreras, M.D., y Moreno, R. (2016). Plastinación y descripción anatómica de hígado, bazo, estómago y riñones del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*). *International Journal of Morphology*, 34(2), 644-652.

- Secchi, E.R., Cremer, M.J., Danilewicz, D. y Lailson-Brito, J. (2021). A synthesis on the ecology, human-related threats and conservation perspectives for the endangered franciscana dolphin. *Frontiers in Marine Science*, 8, 617956.
- Secchi, E.R., Ott, P.H., y Danilewicz, D. (2003). Effects of fishing by-catch and conservation status of the franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei*. En N. Gales, M. Hindell, R. Kirkwood (Eds.), *Marine mammals: Fisheries, tourism and management issues* (pp.174-191). Collingwood: Csiro.
- Sisson, S., Grossman, J.D., y Getty, R. (2005). *Anatomía de los animales domésticos*. (5ª ed.). Barcelona: Elsevier.
- Stegemann, J.P., Raina, S., Nicholson, D.T., Jimenez, P., Shah, L., Cain, S., y Custer, L. (2000). Comparison of analytical methods for quantitation of isolated porcine hepatocyte yields. *Tissue Engineering*, 6(3), 253-264.
- Tellechea, J.S., Perez, W., Olsson, D., Lima, M., y Norbis, W. (2017). Feeding habits of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*): echolocation or passive listening. *Aquatic Mammals*, 43(4), 430-439.
- Trefts E., Gannon M., y Wasserman, D.H. (2017). The liver. *Current Biology*, 27(21):R1147-R1151. doi: 10.1016/j.cub.2017.09.019.
- Yamasaki, F., Takahashi, K., y Kamiya, T. (1972). Liver and bile-passage of Ganges dolphin, *Platanista gangetica*. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 49(5), 365-389.
- Yamasaki, F., Takahashi, K., y Kamiya, T. (1974). Digestive tract of la Plata dolphin, *Pontoporia blainvillei* I. Oesophagus and Stomach. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 51(1), 29-51

Yamasaki, F., Takahashi, K., y Kamiya, T. (1975). Digestive Tract of La Plata Dolphin, *Pontoporia blainvillei* II. Small and Large Intestines. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 52(1), 1-25.

Yamasaki, F., Takahashi, K., y Kamiya, T. (1976). The Liver of Franciscana (La Plata Dolphin), *Pontoporia blainvillei*. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 52, 313-329.

Zerbini, A.N., Secchi, E., Crespo, E., Danilewicz, D., y Reeves, R. (2017). *Pontoporia blainvillei* (errata version published in 2018). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017: e.T17978A123792204. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T17978A50371075.en>