

Análisis morfológico de troncos y aletas de cinco especies comerciales de tiburones desembarcados en el litoral peruano

Morphological analysis of trunks and fins of five commercial shark species landed on the Peruvian coast

Mónica Vitor-Caceres¹, Keny Kanagusuku^{1*} y Héctor Aponte¹

¹Laboratorio de Investigación, Carrera de Biología Marina, Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas, Universidad Científica del Sur, Panamericana Sur, km 19, Lima, Perú

*Autor corresponsal: kkanagusuku@cientifica.edu.pe

Abstract. - One of the challenges for conservation of elasmobranchs consists in their easy identification when they arrive to port. The conditions under which these organisms are landed force us to develop tools for their identification from their trunks and fins. This study aimed to analyze morphologically the trunks and fins of five commercial shark species that are caught by the artisanal fishery in Peru (*Mustelus whitneyi*, *Mustelus mento*, *Triakis maculata*, *Sphyrna zygaena* and *Notorynchus cepedianus*). Descriptions and a dichotomous key for their identification were prepared. Using the fins of juveniles, multivariate analyses were performed (correspondence analysis and PERMANOVA) in order to compare species. The results show that the morphological characters of the trunks and fins are effective for the identification of frequently commercialized sharks in Peru. The statistical analyses showed that there are differences among almost all the species studied with the exception in between *T. maculata* and *M. whitneyi*, and also between *M. mento* and *S. zygaena*. Using the characteristics of the fins, it is possible to separate *N. cepedianus* (due to its affinity with parameters a2 and c2) and *M. mento* (due to its affinity with parameter c1); demonstrating that quantitative data of the fins have the potential to identification of some species, but with limitations. Results will allow the development of identification guides for the most frequently captured species of incomplete sharks in the Peruvian coast. The results of the study provide the basis for the development of identification guides for the most frequently species of sharks caught with incomplete bodies off the Peruvian coast.

Key words: Elasmobranchs, functional morphology, Peruvian fisheries, South Pacific

Resumen. - La identificación rápida de troncos y aletas que llegan a puertos pesqueros, constituye uno de los retos para la conservación de los elasmobranchios. Las condiciones en las cuales desembarcan estos organismos crean la necesidad de desarrollar herramientas para su identificación taxonómica a partir de sus troncos y aletas. El trabajo tuvo como objetivo analizar morfológicamente los troncos y aletas de cinco especies comerciales de tiburones capturadas por la pesquería artesanal en el Perú (*Mustelus whitneyi*, *Mustelus mento*, *Triakis maculata*, *Sphyrna zygaena* y *Notorynchus cepedianus*). A partir de ello, se realizaron descripciones de las especies, se elaboró una clave dicotómica para su identificación y se compararon las aletas de los juveniles mediante análisis multivariados (análisis de correspondencia y PERMANOVA). Los resultados del estudio muestran que los caracteres morfológicos de los troncos y aletas son efectivos para la identificación de tiburones frecuentemente comercializados en Perú. Los análisis estadísticos nos dicen que existen diferencias entre casi todas las especies con excepción de *T. maculata* con *M. whitneyi*, y *M. mento* con *S. zygaena*. Utilizando las características de las aletas es posible separar a *N. cepedianus* (por su afinidad con parámetros a2 y c2) y a *M. mento* (por su afinidad con el parámetro c1); esto reafirma el potencial que tienen las aletas para ser utilizadas en la identificación de algunas especies, pero con limitaciones. Los resultados del estudio proporcionan las bases para el desarrollo de guías de identificación de las especies de tiburones frecuentemente capturados con el cuerpo incompleto en el litoral peruano.

Palabras clave: Elasmobranchios, morfología funcional, pesquería peruana, Pacífico sur

INTRODUCCIÓN

En la última década, la pesquería de elasmobranchios a nivel mundial, en especial la de tiburones ha aumentado debido a la demanda de productos derivados de tiburón como carne, piel, hígado y sobre todo aletas; todos ellos, son utilizados con fines gastronómicos, farmacéuticos y en cosmética en los países asiáticos. Esta demanda ha fomentado altos niveles de explotación y la consecuente disminución

de sus poblaciones (Baum *et al.* 2003, Barker & Schluessel 2005, Lack & Sant 2006, Dulvy *et al.* 2008, Hisano *et al.* 2011, Vélez-Zuazo *et al.* 2015), ya que estos organismos poseen características como un crecimiento lento, madurez tardía, baja fecundidad, entre otros caracteres que los hacen vulnerables a prolongados e intensos regímenes de pesca (Compagno 1984, Fricke *et al.* 2021).



Perú no es un país ajeno a este fenómeno, ya que según Dent & Clarke (2015), es considerado un importante elemento en el comercio internacional de carne de tiburones y aletas. Entre los años 2000 al 2012, las capturas producto de los desembarques de este grupo provenientes de la pesca artesanal han fluctuado entre 2.852 y 4.179 ton por año según la Resolución Ministerial N° 295 (MOP 2013)¹.

Los peces cartilaginosos (Chondrichthyes) comprenden 1.182 especies, las cuales se dividen en 14 órdenes, 54 familias y 184 géneros (Nelson *et al.* 2016), habitando en todos los océanos, desde la zona superficial hasta las profundidades (Compagno *et al.* 2005). En Perú, contamos con 66 especies de tiburones de las cuales 11 especies son las principales en ser desembarcadas; entre ellas se encuentran las cinco especies consideradas en este trabajo (*M. mento*, *M. whitneyi*, *S. zygaena*, *T. maculata* y *N. cepedianus*) (Grillo-Núñez & Gozzer-Wuest 2019). Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (en inglés IUCN) *M. mento*, *M. whitneyi* y *T. maculata* se encuentran “en peligro crítico” (Dulvy *et al.* 2020a, b; 2021); por otro lado, esta misma lista clasifica como en estado “vulnerable” a *S. zygaena* y *N. cepedianus* (Rigby *et al.* 2019 y Finucci *et al.* 2020) por su alta demanda en el mercado pesquero y comercial. Como consecuencia a esta presión pesquera, se origina la reducción de sus poblaciones, en especial para las especies denominadas “tollo” (que en Perú involucran a los tiburones en general) (Grillo-Núñez & Gozzer-Wuest 2019).

A pesar de que la pesquería de tiburones en el Perú es preponderante, a la fecha, son pocas las investigaciones que se han realizado en este país (*e.g.*, Córdova-Zavaleta *et al.* 2016)², por ejemplo, el trabajo de Arrese-Davila & Casas-Velásquez (2021), se enfoca en la parasitología de *T. maculata*, como también el trabajo de Gonzales-Fernández (2017) donde se observa la parasitología en *P. glauca*. Hace falta una mayor iniciativa para tratar diversos temas relacionados a los condriktios, que son relevantes para la preservación de estos recursos. Es frecuente que las especies de tiburones capturadas no se registren de manera adecuada (Serena 2005), generando un sesgo significativo en la información biológica y pesquera de las especies desembarcadas y exportadas. Es evidente que esta situación se incrementa, debido al desembarque de organismos incompletos, es decir, con solo el tronco del

individuo, sin cabeza, eviscerados e incluso a veces sin aletas (Maquera 2016, Romero 2018). Es relevante mencionar que gran parte de la bibliografía para la identificación está basada en características morfológicas del cuerpo completo (Compagno 1984, Castro-Aguirre-Espinosa-Pérez 1996, Chirichigno & Vélez 1998, Hennemann 2001, Navia & Mejía-Falla 2004, Cantú 2014, IMARPE 2015, Romero *et al.* 2015).

Frente a esta realidad se han publicado instrumentos de identificación de condriktios como los estudios de Hernández *et al.* (2009), Castellanos-Betancourt *et al.* (2013) y Cevallos *et al.* (2017) para el reconocimiento de especies de tiburones incompletos de Chile, México y Ecuador respectivamente. En Perú, Hernández *et al.* (2018) y Romero (2018), han publicado manuales para la identificación a partir de aletas y troncos (respectivamente) de tiburones de importancia comercial. Estas dos últimas publicaciones han considerado especies oceánicas y/o que se encuentran incluidas en el Apéndice II de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES 2013)³. A pesar de ello, no se cuenta con estudios para otros tiburones comerciales como el “tollo común” *Mustelus whitneyi* (Chirichigno, 1973), “tollo con bandas” *Mustelus mento* (Cope, 1877), “tollo manchado” *Triakis maculata* (Kner & Steindachner, 1967), “tiburón martillo” *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) y “tiburón de siete agallas” *Notorynchus cepedianus* (Perón, 1807), las cuales son comercializadas bajo el nombre de “tollo” los cuales son muy frecuentes en los mercados peruanos (Romero & Bustamante 2007). Esto último genera la necesidad de herramientas para su identificación en puerto a partir de especímenes de tiburones incompletos.

Por tanto, el objetivo del presente estudio fue describir morfológicamente los troncos y las aletas de cinco especies frecuentes de tiburones comerciales desembarcados en el litoral peruano (*M. mento*, *M. whitneyi*, *T. maculata*, *N. cepedianus* y *S. zygaena*) considerando variables como sexo, etapas de desarrollo y especie. De forma complementaria se realizó una clave dicotómica a partir de las características de los troncos y aletas, y así disponer de una herramienta para la correcta identificación y determinación taxonómica de estas especies.

¹MOP. 2013. Resolución Ministerial N° 295. Plan de Acción Nacional para la conservación de tiburones, rayas y especies afines y el ordenamiento de sus pesquerías. Ministerio de la Producción. Diario Oficial El Peruano <<http://www2.produce.gob.pe/dispositivos/publicaciones/rm295-2013-produce.pdf>>

²Córdova-Zavaleta F, J Alfaro-Shigueto, J Mangel & N Acuña-Paredes. 2016. La pesquería artesanal de elasmobranquios en la zona norte del Perú, caso redes de cortina. En: Mejía-Falla PA & AF Navia (eds). Libro de resúmenes, V Encuentro colombiano sobre condriktios. Fundación SQUALUS, Cali. p. 75. <https://www.researchgate.net/publication/309717335_La_pesqueria_artesanal_de_elasmobranquios_en_la_zona_norte_del_Peru_caso_redes_de_cortina>

³CITES 2013. Apéndices I, II y III en vigor a partir del 12 de junio 2013. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. <<https://cites.org/sites/default/files/esp/app/2013/S-Appendices-2013-06-12.pdf>>

MATERIALES Y MÉTODOS

ADQUISICIÓN DE EJEMPLARES Y DESCRIPCIÓN DE ESPECIES

Se muestrearon en seis puntos de desembarque a lo largo del litoral peruano: Máncora (Piura), Los Órganos (Piura), Talara (Piura), Santa Rosa (Lambayeque), Pucusana (Lima) y Pisco (Ica) (Fig. 1), obteniendo ejemplares de tiburones en su mayoría enteros (N° de Registro: N° 161-2018-PRE5 y autorización del Comité de Ética N° 01-CIEI-AB-CIENTÍFICA-2018), y en algunos casos ejemplares incompletos; es decir sin cabeza y sin vísceras; todos los ejemplares fueron capturados entre enero 2018 y diciembre 2019, provenientes de la pesca artesanal. Las muestras fueron identificadas a nivel de especie con la consulta de literatura como las claves taxonómicas de Chirichigno & Vélez (1998) (en caso fueran ejemplares enteros) y Romero *et al.* (2015) con Castellanos-Betancourt *et al.* 2013 (en caso fueran ejemplares de troncos con aletas).

En total se analizaron 74 muestras de tiburones, de las cuales 15 ejemplares fueron de *M. mento*, 15 de *M. whitneyi*, 15 de *T. maculata*, 15 de *S. zygaena* y 14 de *N. cepedianus*, de diferentes etapas de desarrollo, sexos y rangos de talla (Tabla 1). Los ejemplares fueron colectados en los puntos de muestreo mencionados, para luego ser colocados en baldes de 20 L conservados en alcohol al 96% para trasladarlos al Laboratorio de Investigación de la Universidad Científica del Sur en la ciudad de Lima y realizar su posterior análisis. Luego fueron fotografiados, medidos, asignado el sexo y se determinó la etapa de desarrollo. Para determinar la etapa de desarrollo, se utilizó como base las características descritas por Castro (1993), la cual considera “neonato” si el organismo presenta cicatriz umbilical abierta; “juvenil” cuando el organismo se encuentra sexualmente inmaduro; “macho adulto” cuando presenta claspers o gonopterigios completamente calcificados, que pueden girar en su base; y “hembra adulta” cuando presenta oocitos en el ovario o embriones en el útero. Se obtuvieron ejemplares en los que no se pudo determinar a nivel de gónadas la etapa de desarrollo, ya que venían eviscerados y en estos casos se emplearon los trabajos de Dulvy *et al.* (2020a, b; 2021), Compagno *et al.* (2005) y Marrero *et al.* (2013) para determinar cada etapa en función de la talla de primera madurez de cada especie.

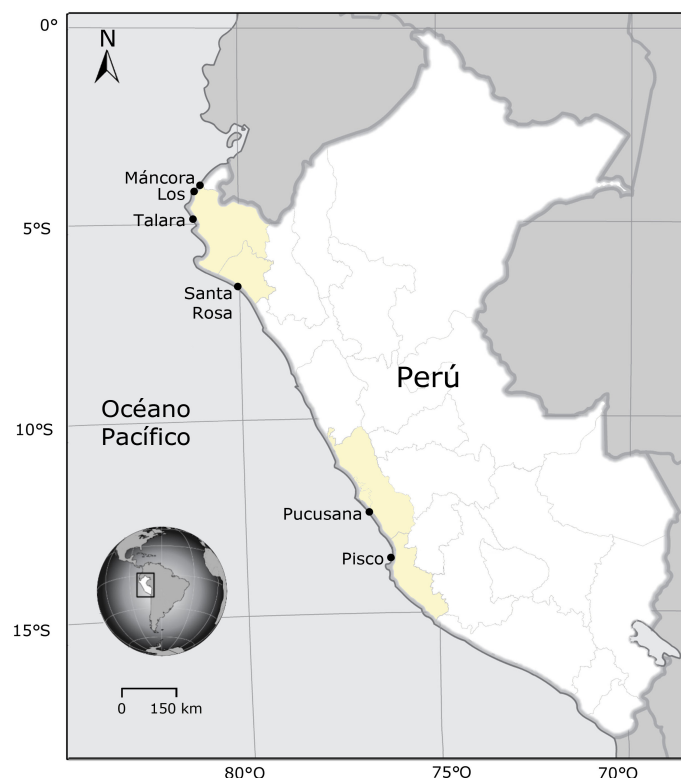


Figura 1. Puntos de desembarque de los tiburones muestreados en seis puntos de desembarque a lo largo del litoral peruano en los Departamentos de Piura (Máncora, Los Órganos, Talara), Lambayeque (Santa Rosa), Lima (Pucusana) e Ica (Pisco) / Landing point of shark sampled at at six landing points along the Peruvian coast in the Departments of Piura (Máncora, Los Órganos, Talara), Lambayeque (Santa Rosa), Lima (Pucusana) and Ica (Pisco)

Tabla 1. Resumen de las especies de tiburones analizadas durante enero 2018 a diciembre 2019 en los puntos de desembarque del litoral peruano
/ Summary of the shark species analyzed during January 2018 to December 2019 at landing points on the Peruvian coast

	n	Sexo		Estadios de madurez			Lugar de recolección (Departamento)	Mes de recolecta	Longitud total (cm)	
		M	H	N	J	A			Min	Max
Carcharhiniformes										
Triakidae										
<i>Mustelus mento</i>	15	4	11	-	11	4	Lambayeque Lima Ica	Abril Noviembre Octubre	39,6	97,2
<i>Mustelus whitneyi</i>	15	1 1	4	-	14	1	Piura Lambayeque Lima	Enero Marzo Noviembre	43,6	88,1
<i>Triakis maculata</i>	15	9	6	-	5	10	Lambayeque Lima	Marzo Noviembre	37,1	172,1
Sphyrnidae										
<i>Sphyrna zygaena</i>	15	8	7	10	15	-	Piura Lambayeque Lima Ica	Enero Marzo Noviembre Enero	51,8	76,1
Hexanchiformes										
Hexanchidae										
<i>Notorynchus cepedianus</i>	14	8	6	-	14	0	Piura Lambayeque Lima	Marzo Junio Octubre Noviembre	68,9	157,3

n: número de ejemplares; M: macho, H: hembra, N: neonato, J: juvenil, A: adulto

Se removió la cabeza, aletas y vísceras de los organismos enteros, dejando los troncos. Estos fueron fotografiados y descritos teniendo en cuenta cuatro características morfológicas para su identificación (basados en Castellanos-Betancourt *et al.* 2013): (1) posición del origen de la aleta dorsal respecto al punto de inserción de las aletas pectorales, (2) posición del origen de las aletas pectorales respecto a las aberturas branquiales, (3) posición del origen de la segunda aleta dorsal respecto al origen de la aleta anal y (4) coloración de las regiones dorsal, lateral y ventral.

Se separaron las aletas pectorales (aleta izquierda y derecha), la primera aleta dorsal y el lóbulo inferior de la aleta caudal, que son las que tienen importancia económica (González-Pestana *et al.* 2014). Estas se fotografiaron y describieron teniendo en cuenta cinco características morfológicas para su identificación, las cuales fueron: (1) tamaño y forma del ápice de la primera aleta dorsal, (2) forma del ápice y márgenes de las aletas pectorales, (3) forma del ápice y márgenes del lóbulo inferior de la aleta caudal, (4) coloración de las aletas y (5) cantidad, patrón y forma de los cartílagos de las aletas.

A su vez, las aletas fueron medidas teniendo en cuenta la metodología de Hernández *et al.* (2009) y Marshall & Barone (2016), con algunas modificaciones tal como se observa en la Figura 2, sabiendo que, (A) representa la aleta pectoral izquierda, que comprende: (a1) que mide desde el origen

superior de la base de la aleta por todo el margen anterior hacia el ápice; (a2) mide toda la base de aleta pectoral, (a3) mide desde el ápice por todo el margen posterior, y (a4) mide desde el origen posterior de la base de la aleta pectoral hacia el final del margen posterior. (B) representa a la primera aleta dorsal, que comprende: (b1) que mide desde el origen de la base hacia el ápice, (b2) mide desde la punta del ápice en línea recta hacia la base de la aleta justo antes del borde libre, (b3) mide desde el origen de la base de la aleta hacia la punta del borde libre y (b4) mide todo el extremo libre. La sección (C) representa a la aleta caudal donde se consideró el lóbulo inferior, el cual que comprende: (c1) que mide desde el origen posterior de la base de la aleta por todo el margen anterior hacia el ápice, y (c2) mide desde el origen posterior del lóbulo inferior de la aleta caudal por el corte lateral.

ELABORACIÓN DE CLAVE DE IDENTIFICACIÓN PARA TRONCOS Y ALETAS

A partir de las características morfológicas más predominantes de las especies estudiadas, se elaboró una clave dicotómica de identificación taxonómica. Para su realización, se comenzó con las características resaltantes y comparables de los troncos (por lo observado durante el trabajo de campo, es la parte del organismo más frecuentemente desembarcada) y se complementó con las características resaltantes y comparables de las aletas.

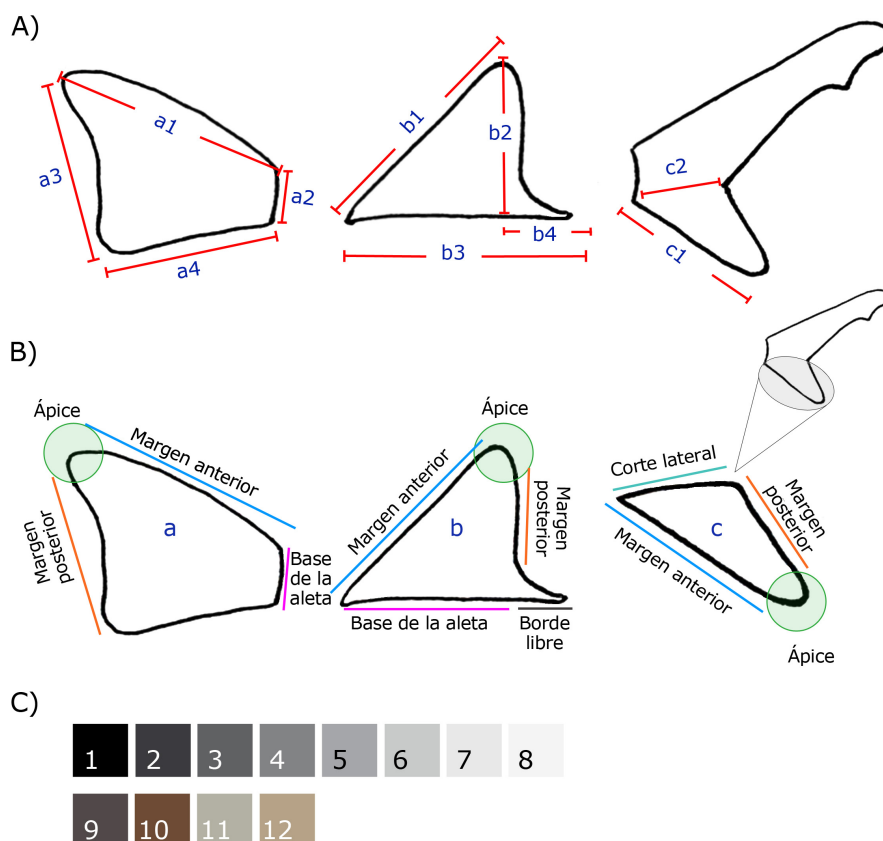


Figura 2. A) Esquema de mediciones realizadas teniendo en cuenta el tipo de aleta, ya sea pectoral (a1, a2, a3 y a4), primera dorsal (b1, b2, b3 y b4) y lóbulo inferior de la aleta caudal (c1 y c2). B) Esquema de las partes de la aleta [dibujos basados en Hernández *et al.* (2009), Marshall *et al.* (2016) y Hernández (2018)], considerando aleta pectoral izquierda (a), primera aleta dorsal (b) y lóbulo inferior de la aleta caudal (c), para las cinco especies de tiburones estudiadas. C) Escala de colores utilizada para la descripción e identificación taxonómica de los tiburones estudiados / A) Diagram of measurements carried out, taking into account the type of fin, either pectoral (a1, a2, a3 and a4), first dorsal (b1, b2, b3 and b4) and lower lobe of the caudal fin (c1 and c2). B) Scheme of the parts of the fin [drawings based on Hernández *et al.* (2009), Marshall *et al.* (2016) and Hernández (2019)], considering that left pectoral fin (a), first dorsal fin (b) and lower lobe of caudal fin (c), for the five studied species. C) Color scale to identify sharks at the species level

COMPARACIÓN ENTRE ESPECIES Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron análisis multivariados para comparar las especies en función de las medidas de las aletas. Para ello, se utilizó la información de las medidas de las aletas de los individuos juveniles de todas las especies (*M. mento*, *M. whitneyi*, *T. maculata*, *S. zygaena* y *N. cepedianus*), con la finalidad de comparar individuos de una misma etapa de desarrollo y que cuenten con al menos tres réplicas (lo que no fue posible en otras etapas de desarrollo). Se calculó el promedio y la desviación estándar de cada medida por especie. Para verificar si existían diferencias entre especies se realizó la prueba no paramétrica basada en permutaciones

PERMANOVA (9999 permutaciones; comparación mediante distancias euclidianas) dado que el porcentaje de la mayor parte de las medidas no seguía una distribución normal (7 de 10 medidas tuvieron valores de $P < 0,05$ para la prueba de Shapiro-Wilks). Para mostrar gráficamente la disimilitud entre las especies, se empleó un análisis de correspondencia (explicado en dos gráficos), el cual permite analizar desde un punto gráfico las relaciones de dependencia e independencia del conjunto de variables (Anderson 2001); en este caso, se eligió los 2 ejes que representaron un mayor porcentaje de la distribución de los puntos y se emplearon elipses ajustadas al 95% para separar los grupos evaluados. Todos los datos fueron analizados en el programa PAST (V. 4.0; Hammer *et al.* 2001).

RESULTADOS

DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

A continuación, se presenta la descripción morfológica del tronco y de las aletas de las cinco especies de tiburones utilizadas en este estudio. Se empleó una escala de colores con variaciones de negro, blanco, gris y marrón (Fig. 2C):

MUSTELUS MENTO “TOLLO CON BANDAS” (FIG. 3)

Tronco: El origen de la primera aleta dorsal se encuentra detrás del punto de inserción de las aletas pectorales (Fig. 3Ci). El origen de las aletas pectorales se sitúa por debajo de la quinta abertura branquial (Fig. 3Cii) y el origen de la segunda aleta dorsal se ubica a la altura de la inserción de las aletas pélvicas (Fig. 3Ciii). El tronco presenta un color gris oscuro con puntos blancos; a los lados del cuerpo presenta un color gris claro (Fig. 3C). Los organismos en estadio juvenil y adulto presentan las mismas características de coloración gris (escala 2 y 12) con puntos blancos a lo largo del dorso.

Primera aleta dorsal: Presenta un ápice semi-redondeado con el margen anterior semi-curvo y el margen posterior recto curvándose hacia el extremo libre. El extremo libre es 1/3 del tamaño de la base de la aleta. Presenta entre 21-26 cartílagos en su base, siendo estos como bloques ovalados sin separación entre ellos (Fig. 3D y H).

Aletas pectorales: Presentan un ápice redondeado con el margen anterior semi-curvo y el posterior recto. La coloración de la parte dorsal es gris con una mancha oscura por encima de la base y la parte ventral presenta una coloración más clara con una mancha blanca encima de la base. Poseen entre 4-12 cartílagos, con una forma ovalada siendo el cartílago más próximo al cuerpo de mayor tamaño (Fig. 3E, F y I).

Lóbulo inferior aleta caudal: Presenta un ápice semi-puntiagudo con el margen anterior semi-curvo y el posterior recto. En esta especie no se aprecian los cartílagos en el lóbulo inferior, sólo se pueden ver los ceratotriquios (fibras suaves de colágeno y elastina las cuales predominan en las aletas) (Fig. 3G y J).

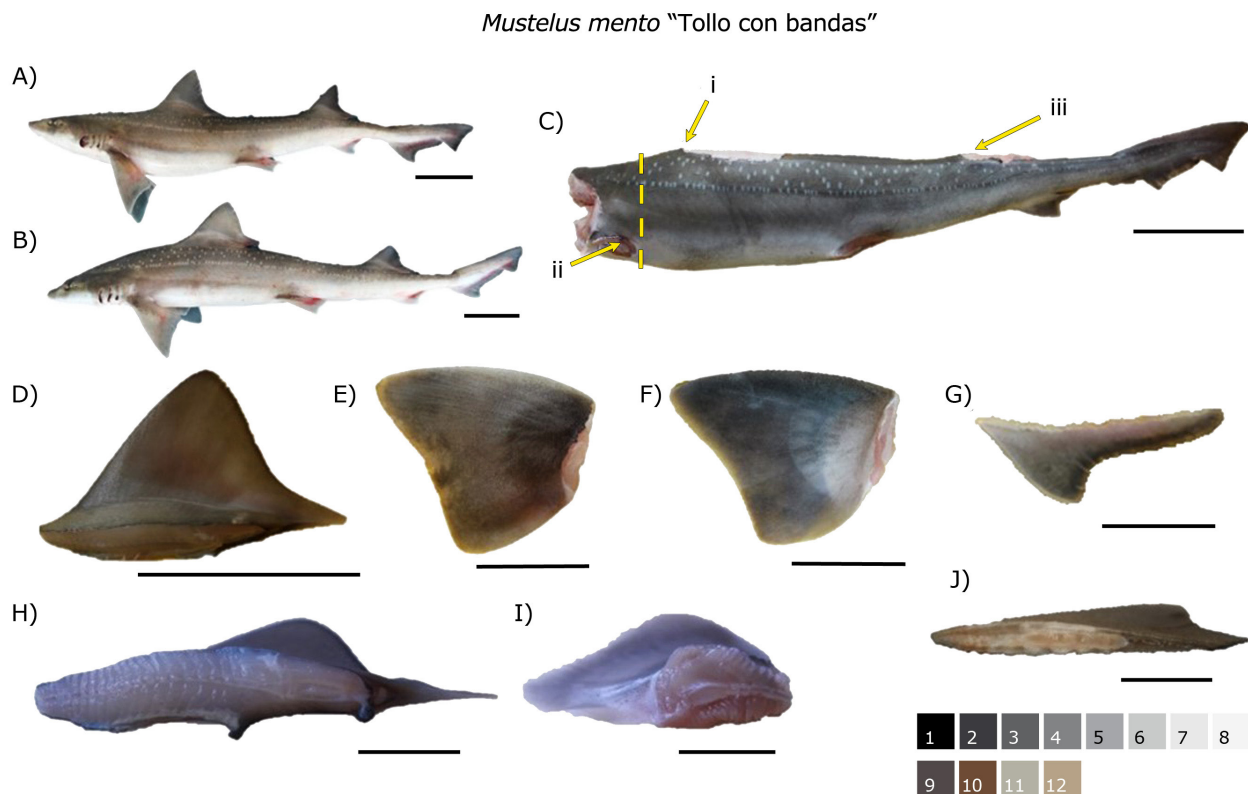


Figura 3. *Mustelus mento*. Ejemplar entero juvenil (A) y adulto (B), tronco (C, i: origen de la primera aleta dorsal, ii: origen de las aletas pectorales respecto a las aberturas branquiales y iii: origen de la segunda aleta dorsal), primera aleta dorsal (D, H), aleta pectoral izquierda (E, F e I) y lóbulo inferior de la aleta caudal (G, J). Barra de escala: A-C= 10 cm; D-J: 5 cm / *Mustelus mento*. Juvenile (A) and adult (B) entire specimen, trunk (C, i: origin of the first dorsal fin, ii: origin of the pectoral fins with respect to the gill openings and iii: origin position of the second dorsal fin), first dorsal fin (D, H), left pectoral fin (E, F and I) and lower lobe of caudal fin (G, J). Scale bar: A-C= 10 cm; D-J= 5 cm

***MUSTELUS WHITNEYI* “TOLLO COMÚN” (FIG. 4)**

Tronco: El origen de la primera aleta dorsal se encuentra ligeramente por detrás del punto de inserción de las aletas pectorales (Fig. 4Ci). El origen de las aletas pectorales se encuentra ubicado por debajo de la quinta abertura branquial (Fig. 4Cii). El origen de la segunda aleta dorsal se encuentra muy por delante del punto de inserción de la aleta anal (Fig. 4Ciii). Tanto los juveniles como los adultos presentan un color gris oscuro (escala 5) en la parte dorsal y lateral, un color blanquecino (escala 8) en la parte ventral (Fig. 4C).

Primera aleta dorsal: Presenta un ápice semi-redondeado con un margen anterior recto y el posterior curvo hacia el extremo libre. El margen posterior tiene una apariencia deshilachada con una coloración más oscura (escala 10) donde se puede apreciar los ceratotriquios expuestos. El extremo libre es 1/3 del tamaño de la base de la aleta. Posee entre 13-15 cartílagos, siendo estos de forma ovalada sin separación entre ellos (Fig. 4D y H).

Aletas pectorales: Presentan un ápice redondeado, con un margen anterior recto y el posterior semi-curvo. La coloración de la parte dorsal de los juveniles y adultos es grisácea (escala 12) y se oscurece hacia la base de la aleta. En la parte ventral del tronco, se observa un color grisáceo claro (escala 7), con una mancha blanquecina difuminada hacia la base de la aleta. Posee entre 8-13 cartílagos con forma ovalada, siendo el cartílago más próximo al cuerpo de mayor tamaño a comparación del resto (Fig. 4E, F e I).

Lóbulo inferior aleta caudal: Presenta un ápice semi-puntiagudo, con el margen anterior semi-curvo y el posterior recto. No se visualizan los cartílagos en el lóbulo inferior, sólo se puede ver los ceratotriquios (Fig. 4G y J).

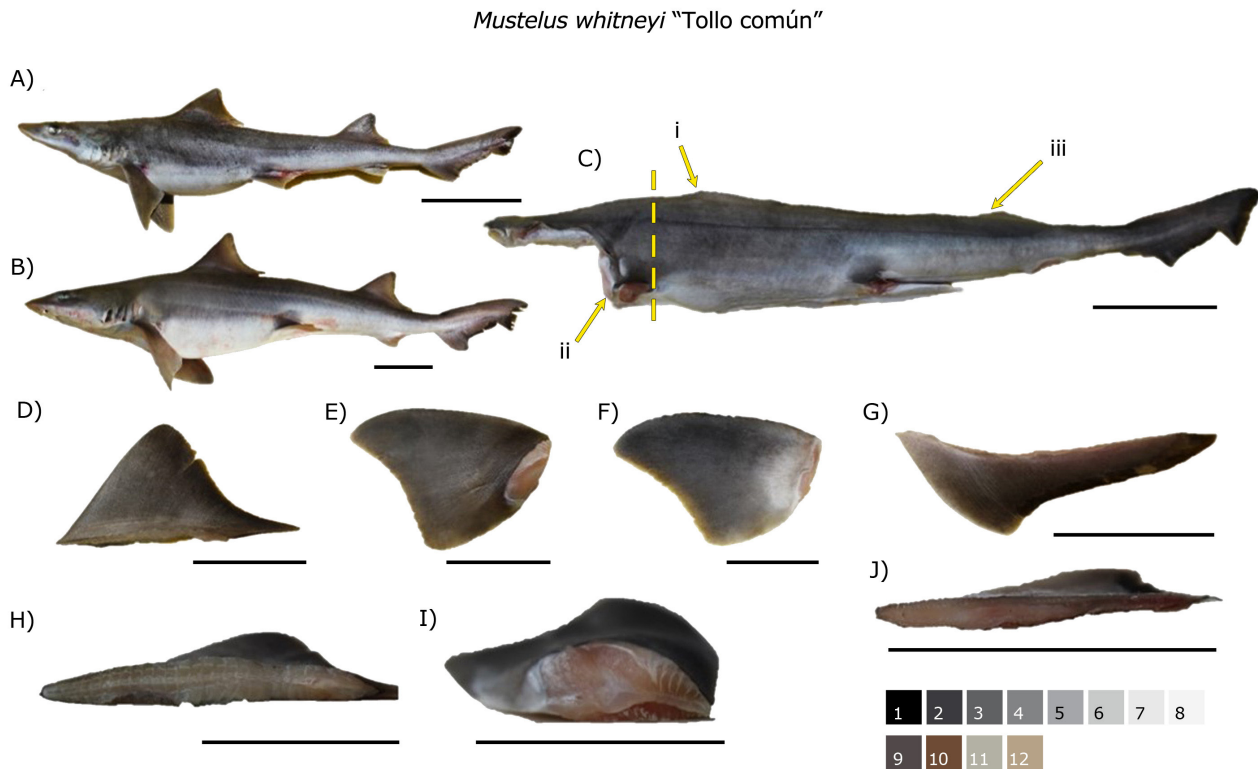


Figura 4. *Mustelus whitneyi*. Ejemplar entero juvenil (A) y adulto (B), tronco (C, i: origen de la primera aleta dorsal, ii: origen de las aletas pectorales respecto a las aberturas branquiales y iii: origen de la segunda aleta dorsal), primera aleta dorsal (D, H), aleta pectoral izquierda (E, F e I) y lóbulo inferior de la aleta caudal (G, J). Barra de escala: A- C= 10 cm; D-J= 5 cm / *Mustelus whitneyi*. Juvenile (A) and adult (B) entire specimen, trunk (C, i: origin of the first dorsal fin, ii: origin of the pectoral fins with respect to the gill openings and iii: origin position of the second dorsal fin), first dorsal fin (D, H), left pectoral fin (E, F, and I) and lower lobe of caudal fin (G, J). Scale bar: A-C= 10 cm; D-J= 5 cm

***Triakis maculata* “TOLLO MANCHADO” (FIG. 5)**

Tronco: El origen de la primera aleta dorsal se encuentra a la altura de la punta del borde inferior de la aleta pectoral (Fig. 5Ci). El origen de las aletas pectorales se encuentra debajo de la cuarta abertura branquial (Fig. 5Cii) y el origen de la segunda dorsal se ubica ligeramente anterior al origen de la aleta anal (Fig. 5Ciii). En los organismos juveniles el tronco presenta un color grisáceo (escala 5) con manchas negras a lo largo del cuerpo y en la parte ventral color blanco (escala 8). En los adultos la coloración sigue siendo grisácea un tono más claro (escala 6) con manchas negras (escala 1) eventualmente ausentes, la parte ventral sigue siendo del mismo color (escala 8). En los juveniles se observa un color parduzco (escala 10) en la punta de las aletas, mientras que en los adultos es un color grisáceo (escala 5) igual con las puntas oscurecidas (Fig. 5A, B y C).

Primera aleta dorsal: En los juveniles presenta un ápice curvo con un margen anterior semi-recto y el margen posterior recto curvándose hacia el extremo libre. En los adultos los

márgenes anterior y posterior son rectos, curvándose hacia el extremo libre. El extremo libre es 1/3 del tamaño de la base de la aleta para ambas etapas de desarrollo. Presentan entre 25-27 cartílagos, siendo estos bloques ovalados sin separación entre ellos (Fig. 5D, E y J).

Aletas pectorales: Presenta un ápice redondeado semi-puntiagudo con un margen anterior y el posterior semi-curvos. En juveniles y adultos, la parte dorsal es gris parduzco uniforme (escala 10) y la parte ventral es blanquecina (escala 7) con una mancha negra hacia el ápice (escala 2) que se va difuminando. Posee entre 8-17 cartílagos, con una forma redondeada siendo el cartílago más próximo al cuerpo el de mayor tamaño (Fig. 5F, G y K).

Lóbulo inferior de la aleta caudal: Presenta un ápice redondeado con el margen anterior semi-curvo y el posterior recto. No se observan cartílagos en el lóbulo inferior, sólo se puede ver la ceratotriquios. El lóbulo inferior aumenta de tamaño según el avance en las etapas de desarrollo (Fig. 5H, I y L).

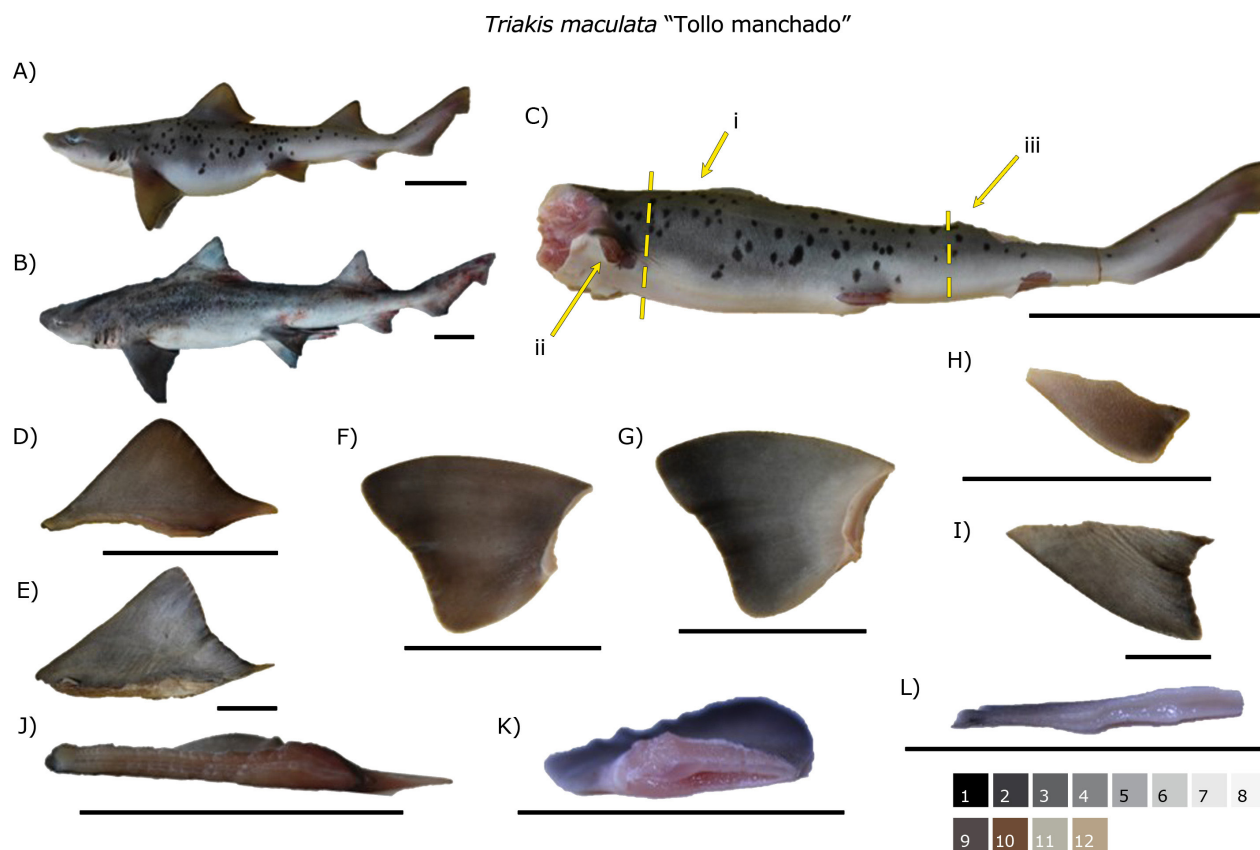


Figura 5. *Triakis maculata*. Ejemplar entero juvenil (A) y adulto (B), tronco (C, i: origen de la primera aleta dorsal, ii: origen de las aletas pectorales respecto a las aberturas branquiales y iii: origen de la segunda aleta dorsal), primera aleta dorsal de juvenil (D, J) y adulto (E), aleta pectoral izquierda de juvenil (F, G y K) y lóbulo inferior de la aleta caudal de juvenil (H, L) y adulto (I). Barra de escala: A-C= 10 cm; D-J= 5 cm / *Triakis maculata*. Juvenile (A) and adult (B) entire specimen, trunk (C, i: origin of the first dorsal fin, ii: origin of the pectoral fins with respect to the gill openings and iii: origin position of the second dorsal fin), first dorsal fin of juvenile (D, J) and adult (E), left pectoral fin of juvenile (F, G and K) and lower lobe of caudal fin of juvenile (H, L) and adult (I). Scale bar: A-C=10 cm; D-L= 5 cm

***SPHYRNA ZYGAENA* “TIBURÓN MARTILLO” (FIG. 6)**

Tronco: El origen de la primera aleta dorsal se encuentra detrás del punto de inserción de las aletas pectorales (Fig. 6Ci). El origen de las aletas pectorales se sitúa delante de la quinta abertura branquial (Fig. 6Cii). El origen de la segunda aleta dorsal se encuentra al medio de la aleta anal (Fig. 6Ciii). En los neonatos, presenta una coloración parduzca (escala 10); mientras que en los juveniles se observa una coloración grisácea intensa (escala 2) siendo la parte ventral de color blanco (escala 8) (Fig. 6A, B y C).

Primera aleta dorsal: En los neonatos se observa un margen anterior curvado hacia el ápice puntiagudo y margen posterior cóncavo (Fig. 6A). En el estadio juvenil, presenta un ápice en punta hacia atrás con un margen anterior semi-curvo y el posterior semi-concavo (Fig. 6Biii). Bordes delineados de color negro (escala 1). El extremo libre es 1/4 del tamaño de la base de la aleta, con forma convexa. Presenta entre 15-23 cartílagos, siendo estos bloques ovalados sin separación entre ellos (Fig. 6D y H).

Aletas pectorales: En los neonatos (Fig. 6A), presenta un ápice redondeado con un margen anterior semi-curvo y el posterior curvo. Posee una coloración grisácea (escala 10) con un delineado negro (escala 1) hacia las puntas, el ápice por la vista dorsal presenta una coloración negra (escala 1), mientras que en la vista ventral se observa una mancha blanca (escala 8). En los juveniles (Fig. 6B), la coloración es de color negro (escala 1) hacia las puntas. Presentan entre 14-24 cartílagos de forma rectangular, siendo el cartílago más próximo al cuerpo de mayor tamaño y de forma triangular (Fig. 6Iiii) (Fig. 6E, F y I).

Lóbulo inferior de la aleta caudal: Presenta un ápice puntiagudo, con el margen anterior recto y curvado hacia el ápice, y el margen posterior recto. Los cartílagos presentan forma ovalada con una ligera separación entre ellos (Fig. 6G y J).

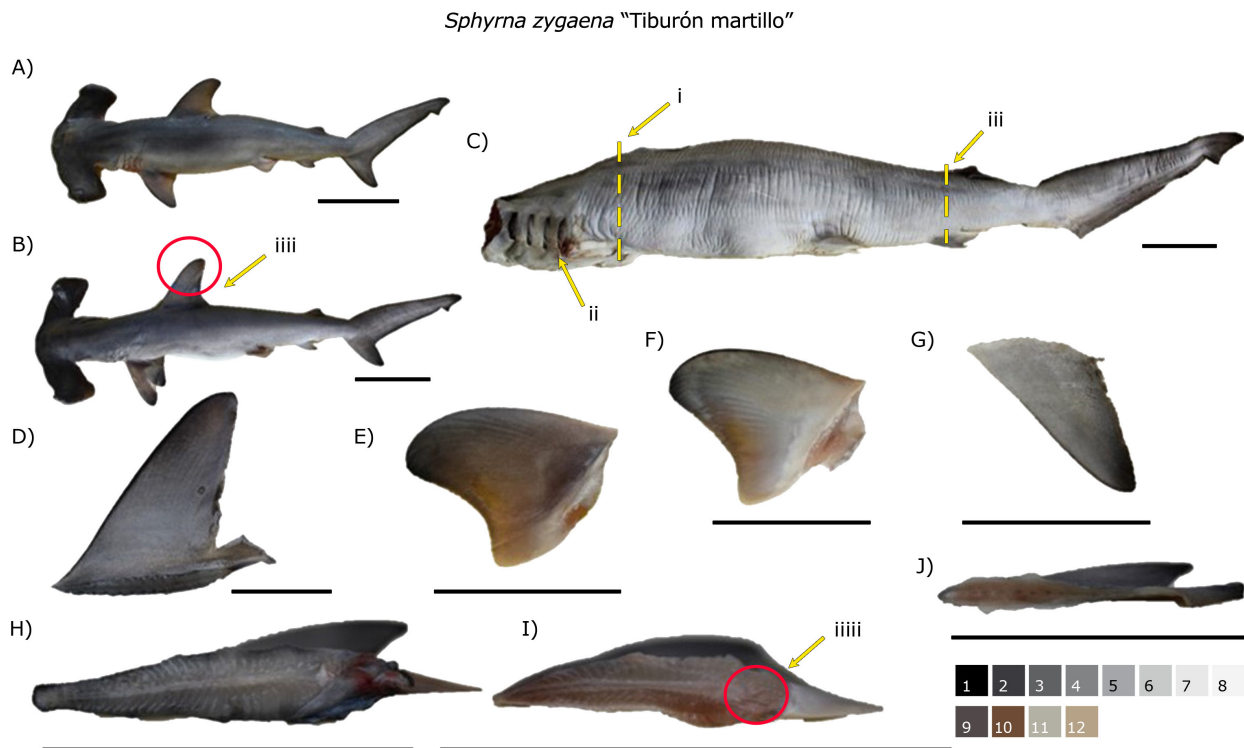


Figura 6. *Sphyrna zygaena*. Ejemplar entero neonato (A) y juvenil (B), tronco (C, i: origen de la primera aleta dorsal, ii: origen de las aletas pectorales respecto a las aberturas branquiales, iii: posición origen de la segunda aleta dorsal, iiiii: coloración aleta, iiiii: forma y tamaño de los cartílagos), primera aleta dorsal (D, H), aleta pectoral izquierda (E, F e I) y lóbulo inferior de la aleta caudal (G, J). Barra de escala: A-C= 10 cm; D-J= 5 cm / *Sphyrna zygaena*. Newborn (A) and juvenile (B) entire specimen, trunk (C, i: origin of the first dorsal fin, ii: origin of the pectoral fins with respect to the gill openings, iii: origin position of the origin of the second dorsal fin, iiiii: fin color, iiiii: shape and size of cartilages), first dorsal fin (D, H), left pectoral fin (E, F and I) and lower lobe of caudal fin (G, J). Scale bar: A-C= 10 cm; D-J= 5 cm

***NOTORYNCHUS CEPEDIANUS* “TIBURÓN DE SIETE AGALLAS” (FIG. 7)**

Tronco: El origen de la primera aleta dorsal se encuentra detrás del punto de inserción de las aletas pélvicas (Fig. 7Ci). El origen de las aletas pectorales se sitúa en las partes laterales de la séptima abertura branquial (Fig. 7Cii). Esta especie no presenta segunda aleta dorsal. Presenta un color grisáceo (escala 3) con manchas redondeadas negras (escala 1) a lo largo del dorso y en las aletas, y la parte ventral es de color blanco (escala 8). Las manchas van atenuándose conforme la etapa de desarrollo (Fig. 7A, B y C).

Primera aleta dorsal: Presenta un ápice semi-redondeado con un margen anterior recto y el margen posterior curvo. El extremo libre es 1/4 del tamaño de la base de la aleta. Posee entre 16-22 cartílagos con una forma cóncava, no presentando separación entre sus bloques ovalados (Fig. 7D y H).

Aletas pectorales: Presenta un ápice redondeado con un margen anterior recto y el posterior semi-recto. Forma triangular abrupta en comparación con las otras aletas dorsales analizadas. La coloración de la parte dorsal es de un gris

oscuro (escala 3) con pequeñas manchas negras (escala 1), observando que por la parte dorsal presenta una coloración más oscurecida hacia la base de la aleta. Mientras que, en la parte ventral también se observan puntos negros (escala 1) y en este caso se observa un color blanquecino (escala 8) hacia la base de la aleta. Existen diferencias entre los juveniles y adultos, ya que en los juveniles se observa un color parduzco (escala 9) en los márgenes posteriores de las aletas, mientras que en los adultos se observa un color grisáceo (escala 3) (Fig. 7A y B). En la parte dorsal de las aletas se observa mayor cantidad de manchas negras que en la parte ventral. Poseen entre 8-13 cartílagos con una forma uniforme, a diferencia del que se encuentra más próximo al cuerpo que es de mayor tamaño y fusionado. (Fig. 7E, F e I)

Lóbulo inferior de la aleta caudal: presenta un ápice curvo con el margen anterior recto y el margen posterior semi-curvo. No se observa la presencia de cartílagos, sólo se puede ver los ceratotriquios. El lóbulo inferior es 1/4 del tamaño de la aleta caudal. (Fig. 7G y J).

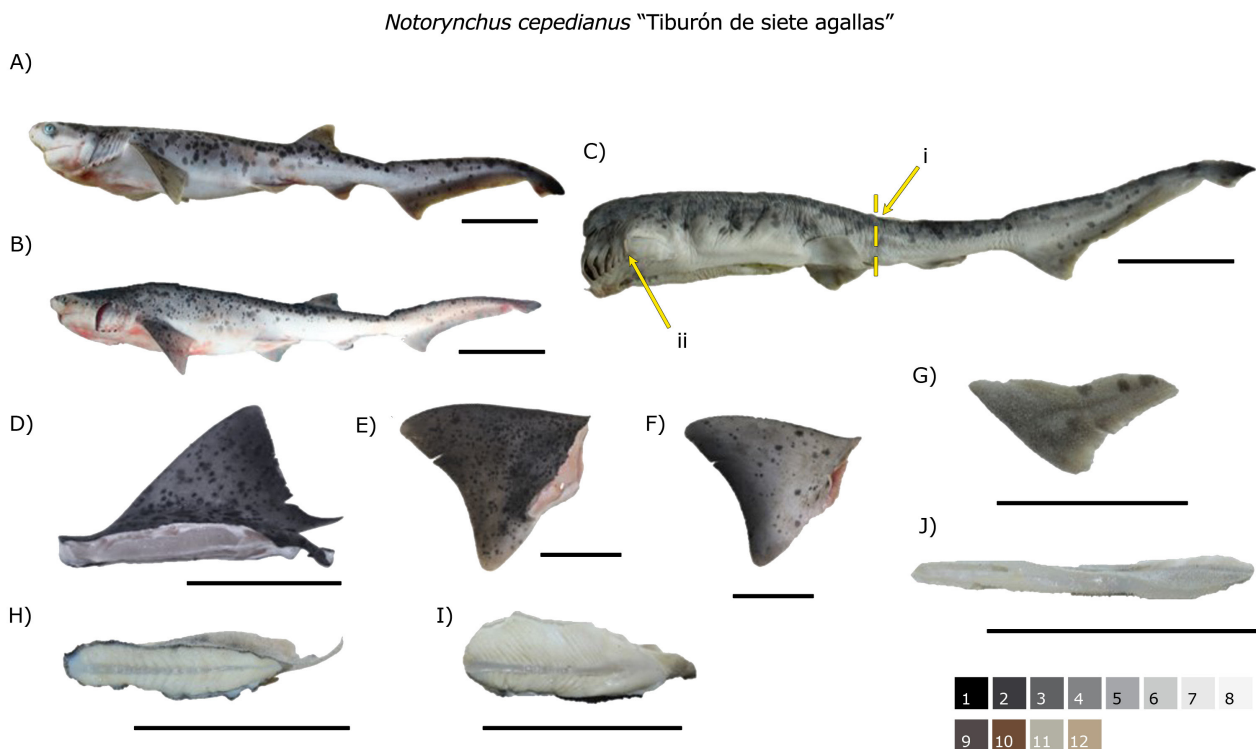


Figura 7. *Notorynchus cepedianus*. Ejemplar entero juvenil (A) y adulto (B), tronco (C, i: origen de la primera aleta dorsal, ii: origen de las aletas pectorales respecto a las aberturas branquiales), primera aleta dorsal (D, H), aleta pectoral izquierda (E, F e I) y lóbulo inferior de la aleta caudal (G, J). Barra de escala: A-C=10 cm; D-J= 5 cm / *Notorynchus cepedianus*. Juvenile (A) and adult (B) entire specimen, trunk (C, i: origin of the first dorsal fin, ii: origin of the pectoral fins with respect to the gill openings), first dorsal fin (D, H), left pectoral fin (E, F and I) and lower lobe of caudal fin (G, J). Scale bar: A-C= 10 cm; D-J= 5 cm

CLAVE DICOTÓMICA PARA IDENTIFICAR ESPECIES DE TIBURONES DESEMBARCADOS CON MAYOR FRECUENCIA EN EL LITORAL PERUANO

A continuación, se presenta una clave dicotómica para los troncos y aletas para la identificación de las especies *Mustelus whitneyi*, *Mustelus mento*, *Sphyrna zygaena*, *Triakis maculata* y *Notorynchus cepedianus*.

- 1a) Una aleta dorsal (o vestigio de la inserción presente) ***N. cepedianus***
- 1b) Dos aletas dorsales (o vestigios de las inserciones presentes) (2)
- 2a) Tronco con puntos blanquecinos (escala 8) en el dorso. Aleta pectoral con una mancha blanca en la parte ventral de la aleta ***M. mento***
- 2b) Tronco con manchas negras (escala 1) o ausentes. Aleta pectoral con manchas negras (escala 8) o ausentes (3)
- 3a) Troncos con manchas negras (escala 1) ***T. maculata***
- 3b) Tronco con manchas ausentes (4)
- 4a) Lóbulo inferior de la aleta caudal con forma de triángulo rectángulo, margen posterior de la aleta pectoral cóncavo, ceratotriquios ausentes en el lóbulo superior de la aleta caudal ***S. zygaena***

4b) Lóbulo inferior de la aleta caudal con forma de triángulo obtusángulo, margen posterior de la aleta pectoral semi-recto, presencia de ceratotriquios en el lóbulo superior de la aleta caudal ***M. whitneyi***

COMPARACIÓN ENTRE ESPECIES A PARTIR DE LAS MEDIDAS DE LAS ALETAS

En la Tabla 2 se muestra el análisis descriptivo de las medidas de las aletas para los juveniles de las especies evaluadas. En función de estos parámetros, existen diferencias entre especies ($F= 8,459$; $P < 0,01$), con excepción de *T. maculata* y *M. whitneyi*, y *M. mento* con *S. zygaena* ($P > 0,01$ en comparación por pares de Tabla 3). En el análisis de correspondencia se eligieron los ejes 1 y 2 los cuales representan la mayor variabilidad (75,6%). En la Figura 8 se observa que los individuos de las especies *M. whitneyi* y *T. maculata* se superponen; los individuos de *S. zygaena*, *M. mento* y *N. cepedianus* ocupan lugares distintos en el gráfico (con una ligera superposición de las elipses *S. zygaena* y *T. maculata*) (Fig. 8A). Además, se muestra que la separación de *N. cepedianus* está muy relacionada a los valores de los parámetros A2 y C2 y la diferencia de *M. mento* está relacionada a los valores que tiene para el parámetro C1 (Fig. 8B).

Tabla 2. Medidas (promedio $\pm$ desviación estándar) de tres tipos de aleta, aleta pectoral izquierda (a1, a2, a3 y a4), primera aleta dorsal (b1, b2, b3 y b4) y lóbulo inferior de la aleta caudal (c1 y c2) en las cinco especies de tiburones capturadas en la costa peruana en el periodo 2018-2019 / Measurements (mean $\pm$ standard deviation) of three fin types, left pectoral fin (a1, a2, a3 and a4), first dorsal fin (b1, b2, b3 and b4) and lower lobe of the caudal fin (c1 and c2) in the five species of sharks caught off the Peruvian coast in the period 2018-2019

Especie	Aleta pectoral (cm)				Aleta dorsal (cm)				Lóbulo inferior (cm)	
	a1	a2	a3	a4	b1	b2	b3	b4	c1	c2
<i>M. mento</i>	9,2 $\pm$ 3,3	2,8 $\pm$ 0,8	7,6 $\pm$ 2,6	5,3 $\pm$ 1,4	8,2 $\pm$ 2,4	6,3 $\pm$ 1,9	11,4 $\pm$ 3,3	2,8 $\pm$ 0,8	5,4 $\pm$ 1,5	4,7 $\pm$ 1,3
<i>M. whitneyi</i>	8,5 $\pm$ 2,1	3,0 $\pm$ 1,0	6,7 $\pm$ 1,8	23,3 $\pm$ 39,2	6,7 $\pm$ 1,5	4,8 $\pm$ 1,2	14,1 $\pm$ 18,1	2,3 $\pm$ 0,6	4,7 $\pm$ 1,3	4,4 $\pm$ 1,0
<i>T. maculata</i>	14,9 $\pm$ 6,9	4,7 $\pm$ 2,5	14,3 $\pm$ 6,7	7,4 $\pm$ 3,0	11,8 $\pm$ 5,0	8,9 $\pm$ 3,8	17,2 $\pm$ 7,3	4,4 $\pm$ 1,8	8,4 $\pm$ 3,4	9,1 $\pm$ 5,5
<i>S. zygaena</i>	6,8 $\pm$ 1,3	3,5 $\pm$ 1,9	5,7 $\pm$ 1,2	2,5 $\pm$ 0,5	8,9 $\pm$ 1,6	6,4 $\pm$ 1,3	7,8 $\pm$ 1,5	2,0 $\pm$ 0,3	7,5 $\pm$ 1,5	4,9 $\pm$ 0,8
<i>N. cepedianus</i>	13,5 $\pm$ 4,6	5,9 $\pm$ 1,6	10,8 $\pm$ 4,8	5,8 $\pm$ 1,6	8,2 $\pm$ 2,9	4,5 $\pm$ 2,1	9,7 $\pm$ 3,9	2,5 $\pm$ 1,0	8,7 $\pm$ 2,52	9,4 $\pm$ 2,2

Tabla 3. Comparación por pares entre las cinco especies de tiburones estudiadas. Se muestran los P valores (en negrita se señalan los valores de $P < 0,05$) / Pairwise comparison between the five shark species studied. P values are indicated (bold values of $P < 0.05$)

	<i>M. whitneyi</i>	<i>M. mento</i>	<i>T. maculata</i>	<i>S. zygaena</i>
<i>M. mento</i>	0,0013			
<i>T. maculata</i>	0,1238	0,0054		
<i>S. zygaena</i>	0,0029	0,0846	0,0072	
<i>N. cepedianus</i>	0,0018	0,0017	0,0088	0,0376

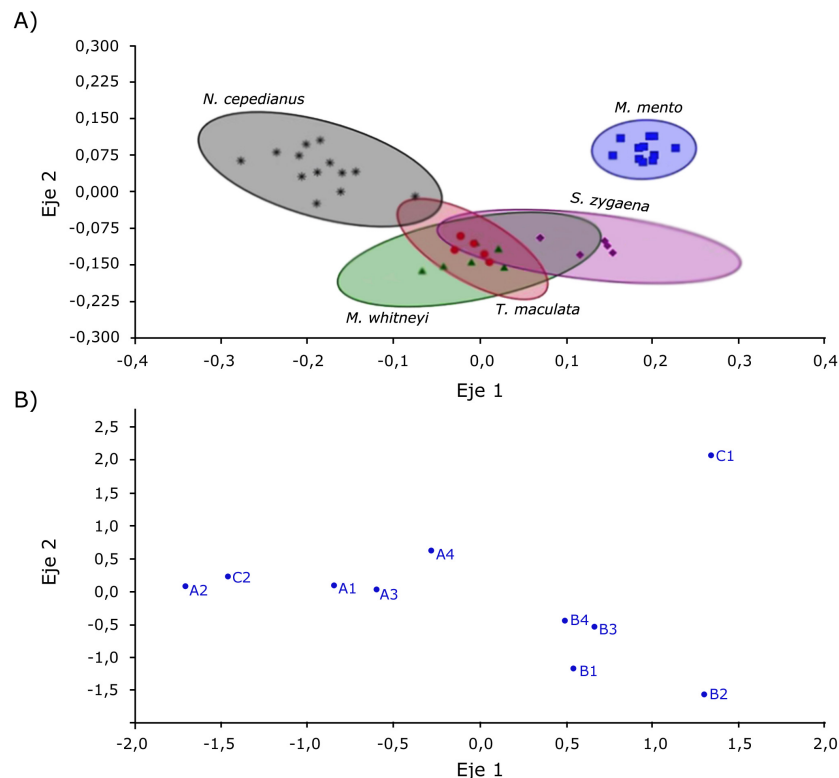


Figura 8. Análisis de correspondencia utilizando las medidas de las aletas de los juveniles para las cinco especies de tiburones estudiadas. **A)** Distribución de las especies e individuos en elipses de 95% de precisión. **B)** Distribución de las diferentes medidas de las aletas utilizadas, (para más detalle ver Figura 2A) / Correspondence analysis using juvenile fin measurements for the five shark species studied. **A)** Distribution of species and individuals in ellipses of 95% accuracy. **B)** Distribution of the different measures of the fins used, (for more details see Figure 2A)

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que los caracteres morfológicos de los troncos y aletas son efectivos para la identificación de tiburones frecuentemente comercializados en Perú (*M. whitneyi*, *M. mento*, *T. maculata*, *S. zygaena* y *N. cepedianus*), tal como se había planteado en estudios previos en México para otras especies de tiburones como *Sphyrna lewini*, *Mustelus henlei*, *Mustelus lunulatus* (Castellanos-Betancourt *et al.* 2013). A pesar que, en otros trabajos, tales como el catálogo de troncos de Romero (2018), donde se emplearon algunas características distintivas para la especie *S. zygaena*, en este estudio se prefirió usar otras características como el origen de las aletas dorsales o vestigios de ellas, como también forma y coloración de las aletas con la finalidad de facilitar y agilizar la identificación a nivel de especie. Para *S. zygaena* se trabajaron ejemplares neonatos y juveniles en donde se pudo observar una diferencia en la coloración del tronco siendo los neonatos de un color parduzco, en comparación a los ejemplares juveniles que son grisáceos y en la parte ventral de un color más claro, tal como lo reporta Romero (2018). Si se compara *S. zygaena* con *S. lewini* basándose en las características más resaltantes, se puede observar que las aletas de *S. zygaena* son un poco

más anchas respecto a la especie comparada, con un color un poco más oscuro que *S. lewini*. A su vez se observó que en las aletas pectorales, en *S. zygaena* presentan una coloración oscurecida hacia las puntas, mas no una mancha negra como es bastante visible en *S. lewini*. En este trabajo se obtuvieron sólo ejemplares neonatos y juveniles, por tanto se recomienda realizar mayores estudios con ejemplares en lo posible de toda talla etaria para comparar los adultos. En el caso de la aleta dorsal se puede observar que esta presenta un ángulo mucho mas curvo y empinado a diferencia de otras especies trabajadas en la guía de aletas de tiburón de Hernández *et al.* (2018).

En el caso de *Mustelus whitneyi* “tollo de leche” poco se ha descrito de su especie, pero comparado con otras especies muy similares, que también son del mismo género como *Mustelus henley* y *Mustelus lunulatus*, la característica mas conspicua es la presencia del margen posterior de la primera aleta dorsal delgado y deshinchado a diferencia de estas otras dos especies. A su vez, la primera aleta dorsal de *M. whitneyi* es más aplanada y no tanto en ángulo recto como el de las otras dos. En lo que respecta a la coloración, sí presentan un color grisáceo uniforme, que sin presencia de aletas podría dificultar su identificación a primera vista.

El análisis multivariado (tanto exploratorio como inferencial) agrupó especies que pertenecen a la misma familia (tal es el caso de *M. whitneyi*, *M. mento* y *T. maculata*) pero también separa a aquellas que presentaron caracteres muy distintivos en las aletas (como *N. cepedianus* y *S. zygaena*). Esto determina la efectividad de los datos cuantitativos de las aletas para separar especies, pero también que, tal como se ha desarrollado el análisis en el presente estudio, al solo contar con individuos juveniles, el potencial es limitado. A su vez, la incorporación de medidas de los troncos en el análisis resultaría muy variable, ya que se desembarcan generalmente individuos decapitados a diferentes niveles del tronco (lo que fue observado en la presente investigación). Estudios posteriores con una colecta mayor de individuos neonatos y adultos, permitirán corroborar si esa misma resolución también se logra en esos estadios.

Actualmente, existen deficiencias en lo que respecta a la información biológica de cada una de estas especies, como ciclo de vida, zonas de reproducción y alimentación. Por ello se recomienda implementar estudios de ecología espacial, efectos climáticos y estatus de poblaciones para mejorar la conservación de los tiburones en Perú; sugerencias similares han sido identificadas para otros países de Sudamérica (Simpfendorfer *et al.* 2011).

En esta contribución, se elaboró una clave dicotómica de cinco especies de tiburones frecuentemente desembarcadas en el litoral peruano, lo que conlleva a la implementación de guías de identificación en los puertos pesqueros que permitan a los fiscalizadores registrar tempranamente el desembarque de estas especies, tal como sugieren Vooren *et al.* (2003), y a su vez tenerlas identificadas para las exportaciones e importaciones de estos productos. Asimismo, las descripciones provistas en este manuscrito, complementan las realizadas para estas especies en estudios previos (*e.g.*, Romero *et al.* 2015) donde solo se describen individuos en determinado estadio de madurez, e incrementan la información de elasmobranchios de la única guía de troncos utilizada en Perú (Romero 2018) donde no están descritas las especies tratadas en esta investigación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Científica del Sur por el apoyo brindado facilitando el uso de los laboratorios y equipos para este trabajo. También por el apoyo parcial, con el financiamiento del Fondo Semilla 2018 de Investigación Docente (código N °01-DGIDI-CIENTÍFICA-2018). Se agradece a A. Indacochea, A. Sánchez-Rea, A. B. Reyes, M. Valderrama, J. Puican, F. Aldana, Noelia, Chavesta, M. V. Lora, Familia Fuentes, V. Pareja, M. de la Quintana, J. Cáceres, O. Pareja, J. Vitor, M. Cáceres, nuestros amigos y familiares que colaboraron de muchas maneras en la obtención de muestras y desarrollo de este trabajo, a ellos les estaremos eternamente agradecidos.

LITERATURA CITADA

- Anderson M. 2001.** A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32-46. <<https://doi.org/10.1111/j.14429993.2001.01070.pp.x>>
- Arrese-Dávila V & G Casas-Velásquez. 2021.** Reporte parasitológico de *Triakis maculata* (Kner & Steindachner, 1867) “tollo manchado” (Chondrichthyes: Selachimorpha) en el terminal pesquero Chorrillos, Lima-Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 32(4), e19213. <<https://doi.org/10.15381/rivep.v32i4.19213>>
- Barker MJ & V Schluessel. 2005.** Managing global shark fisheries: suggestions for prioritizing management strategies. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15(4): 325-347.
- Baum JK, RA Myers, DG Kehler, B Worm, SJ Harley & PA Doherty. 2003.** Collapse and conservation of shark populations in the Northwest Atlantic. *Science* 299(5605): 389-392. <[doi:10.1126/science.1079777](https://doi.org/10.1126/science.1079777)>
- Castellanos-Betancourt JC, CE Ramírez-Santiago & JL Castillo-Géniz. 2013.** Catálogo de aletas, troncos y cabezas de las principales especies de tiburones en el Pacífico mexicano. Instituto Nacional de Pesca. México. <https://www.inapesca.gob.mx/portal/Publicaciones/Catalogos/2013-Castellanos-Betancourt-et-alCatalogo_Tiburones.pdf>
- Castro JI. 1993.** The nursery of Bull Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the Southeastern coast of the United States. *Environmental Biology of Fishes* 38: 37-48.
- Castro-Aguirre JL & H Espinosa-Pérez. 1996.** Listados faunísticos de México. VII. Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha), 75 pp. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. <<https://www.fishbase.se/references/FBRefSummary.php?ID=28767>>
- Chirichigno N & J Vélez. 1998.** Clave para identificar los peces marinos de Perú, 500 pp. Instituto del Mar, Callao.
- Compagno L. 1984.** FAO Species Catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 1 - Hexanchiformes to Lamniformes. Volume 4. FAO Fisheries Synopsis 125, 4(2): 1-249.
- Compagno L, M Dando & S Fowler. 2005.** Guía de campo de los tiburones del mundo, 368 pp. Omega, Barcelona.
- Dent F & S Clarke. 2015.** State of the global market for shark products. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 590: 1-196.
- Dulvy NK, JK Baum, S Clarke, LJV Compagno, E Cortés, A Domingo, S Fordham, S Fowler, PF Malcolm, C Gibson, J Martínez, JA Musick, A Soldo, JD Stevens & V Sarah. 2008.** You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 18(5): 459-482.
- Dulvy NK, E Acuña, C Bustamante, K Herman & X Velez-Zuazo. 2020a.** *Triakis maculata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T63130A124461743. <<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T63130A124461743.en.>>

- Dulvy NK, E Acuña, C Bustamante, A Cevallos, K Herman & X Velez-Zuazo. 2020b.** *Mustelus whitneyi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T63129A124461599. <<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T63129A124461599.en>>
- Dulvy NK, E Acuña, C Bustamante, F Concha, K Herman & X Velez-Zuazo. 2021.** *Mustelus mento* (amended version of 2020 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T63128A203720849. <<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T63128A203720849.en>>
- Finucci B, A Barnett, J Cheok, CF Cotton, DW Kulka, FC Neat, N Pacoureau, CL Rigby, S Tanaka & TI Walker. 2020.** *Notorynchus cepedianus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T39324A2896914. <<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T39324A2896914.en>>
- Fricke R, W Eschmeyer & R van der Laan. 2021.** ESCHMEYER'S Catalog of fishes: Genera, species, references, <<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>>
- Gonzales-Fernández J. 2017.** Parasitología, histología, histopatología en animales acuáticos. Boletín Instituto del Mar del Perú 32(1): 1-132. [Recuperado a partir de <<https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/64>>]
- González-Pestana A, J Kouri & X Vélez-Zuazo. 2014.** Shark fisheries in the Southeast Pacific: A 61-year analysis from Peru. F100 Research 2016, 3:164. <[10.12688/f1000research.4412.2](https://doi.org/10.12688/f1000research.4412.2)>
- Grillo-Núñez J & R Gozzer-Wuest. 2019.** La cadena de valor de la pesquería de tiburones en el Perú, 100 pp. Informe, OCEANA, Lima. <<https://peru.oceana.org/informes/la-cadena-de-valor-de-la-pesqueria-de-tiburones-en-el-peru/>>
- Hammer O, DAT Harper & PD Ryan. 2001.** PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Paleontología Electrónica 4(1): 9 p. <https://paleo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf>
- Hennemann R. 2001.** Guía de tiburones y rayas del mundo, 304 pp. Grupo editorial M y G difusión, Madrid.
- Hernández S, P Haye & E Acuña. 2009.** Identificación morfológica de las aletas de los principales tiburones pelágicos comercializados en Chile: azulejo (*Prionace glauca* Linnaeus), marrajo (*Isurus oxyrinchus* Rafinesque), y tintorera (*Lamna nasus* Bonnaterre). Gayana 73(1): 33-39. <[http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382009000100005](https://doi.org/10.4067/S0717-65382009000100005)>
- Hernández S, M Heidemeyer & D Abercrombie. 2018.** Guía de identificación de aletas de tiburones en el Perú, 40 pp. Oceana, Lima. <<https://peru.oceana.org/informes/guia-de-identificacion-de-aletas-de-tiburon-en-el-peru-2>>
- Hisano M, SR Connolly & WD Robbins. 2011.** Population growth rates of reef sharks with and without fishing on the Great Barrier Reef: robust estimation with multiple models. PLoS ONE 6(9), e25028. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025028>>
- IMARPE. 2015.** Guía para la determinación de tiburones de importancia comercial en el Perú. Serie de Divulgación Científica, IMARPE 1(2): 1-80. <<http://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3007>>
- Lack M & G Sant. 2006.** World shark catch, production and trade 1990-2003, 29 pp. TRAFFIC Reports & Publications - Oceania, Cambridge. <http://www.trafficj.org/publication/06_world_shark_catch.pdf>
- Maquera A. 2016.** Estimación de las longitudes total y horquilla de *Prionace glauca* Tiburón Azul a partir de longitudes alternativas. Tesis de Ingeniero Pesquero, Universidad Nacional de Moquegua, Moquegua, 72 pp. <<http://repositorio.unam.edu.pe/handle/UNAM/9>>
- Marrero DA, JS Zimmerhackel, J Mayorga & A Hearn. 2013.** First record of three shark species, *Odontaspis ferox*, *Mustelus albigipinnis* and *Centrophorus squamosus*, from the Galápagos Islands. Marine Biodiversity Records 6, e87. <[doi:10.1017/S1755267213000596](https://doi.org/10.1017/S1755267213000596)>
- Marshall M & M Barone. 2016.** Shark fin guide. Identifying sharks for their fins, 130 pp. FAO, Rome. <<http://www.fao.org/3/a-i5445e.pdf>>
- Navia A & P Mejía-Falla. 2004.** Guía para la identificación de tiburones y rayas del Programa Nacional de Avistamiento de Tiburones y Rayas, 38 pp. Fundación Squalus, Cali. <https://www.academia.edu/3647563/Gu%C3%ADa_para_la_identificaci%C3%B3n_de_especies_del_Programa_de_Avistamiento_de_Tiburones_y_Rayas_Reserva_de_biosfera_SEAFLLOWER>
- Nelson JS, TC Grande & MVH Wilson. 2016.** Fishes of the world, 707 pp. John Wiley & Sons, Hoboken. <https://batrachos.com/sites/default/files/pictures/Books/Nelson_ea_2016_Fishes%20of%20the%20World.pdf>
- Rigby CL, R Barreto, J Carlson, D Fernando, S Fordham, K Herman, RW Jabado, KM Liu, A Marshall, N Pacoureau, E Romanov, RB Sherley & H Winker. 2019.** *Sphyrna zygaena*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T39388A2921825. <<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T39388A2921825.en>>
- Romero M. 2018.** Manual para de identificación de troncos de tiburones de importancia comercial en el Perú, 16 pp. Instituto del Mar del Perú, Callao. <<http://biblioiimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/3304>>
- Romero M & M Bustamante. 2007.** Actividad 1: Estudios de tiburones con fines de conservación y uso sostenible en Pucusana. Instituto del Mar del Perú, Informe Anual 2007: 1-25.
- Romero M, P Alcántara & K Verde. 2015.** Guía de campo para la determinación de tiburones en la pesca artesanal del Perú, 15 pp. Instituto del Mar del Perú, Callao. <<http://biblioiimarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/3197/1/Guia%20de%20Campo%20Tiburones.pdf>>
- Serena F. 2005.** Field identification guide to the sharks and rays of the Mediterranean and Black Sea, 97 pp. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes, FAO, Rome.
- Simpfendorfer CA, MR Heupel, WT White & NK Dulvy. 2011.** The importance of research and public opinion to conservation management of sharks and rays: a synthesis. Marine and Freshwater Research 62(6): 518-527. <<https://doi.org/10.1071/MF11086>>

Vélez-Zuazo X, J Alfaro-Shigueto, J Mangel, E Papa & I Agnarsson. 2015. What barcode sequencing reveals about the shark fishery in Peru. *Fisheries Research* 161: 34-41. <doi:10.1016/j.fishres.2014.06.005>

Vooren CM, LC Coelho & AF Lamónaca-Romay. 2003. Guia para a identificação de tubarões e raias em desembarques da pesca no rio grande do sul. Rio Grande. Documentos Técnicos, Departamento de Oceanografia, FURG 12: 1-54.

Editor: Francisco Concha

Recibido el 5 de septiembre 2020

Aceptado el 3 de noviembre 2021