

Claves taxonómicas, basadas en la morfología de la aleta caudal, para la determinación de tiburones (Chondrichthyes; Elasmobranchii) de las costas de Chile

Taxonomic keys based on the morphology of the caudal fin, for the sharks identification (Chondrichthyes; Elasmobranchii) from the Chilean coasts

Sylvia Sáez¹, Julio Lamilla¹ y Germán Pequeño¹

¹Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Laboratorio de Elasmobranchios (ELASMOLAB), Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile. sylvia.saez@gmail.com

Abstract.- The role of shark's caudal fin has been studied from a morpho-functional point of view, in which it is established that participates in the fish locomotion, as well as in the prey capture by Alopiidae species. However, this trait has been scarcely used in taxonomic studies. Given the interspecific variation of this structure, it is hypothesized that might be used as a morphologic character for the species identification. Because of this, the preparations of taxonomic keys based on morphological specific characteristics of the caudal fin are needed, mainly when partially destroyed specimens are studied. This study proposes taxonomic keys for the 58 sharks species registered in Chile. These keys were made with the aim to be used in diagnosis and specific taxonomic identification of this fish group, as a complement or as an independent way, with relation to the already existent ones.

Key words: Taxonomy, cartilaginous fishes, caudal peduncle, dorsal margin, preventral margin

Resumen.- El rol de la aleta caudal en tiburones, ha sido estudiado desde un enfoque morfo-funcional, desde el punto de vista de la locomoción del individuo como en la captura de alimento por Alopiidae. Sin embargo, este carácter morfológico de tiburones ha sido escasamente empleado en estudios taxonómicos. Dada la variación interespecífica de este carácter, es que podría utilizarse como carácter morfológico alternativo en la determinación de especies. Por ello, es necesaria la elaboración de claves taxonómicas con características morfológicas específicas de la aleta caudal, especialmente cuando se trabajan con ejemplares incompletos. Este estudio propone claves taxonómicas para las 58 especies de tiburones registradas hasta hoy en Chile, con la finalidad de ser empleadas en la diagnosis y determinación taxonómica específica de este grupo de peces, como complemento o de manera independiente a las claves ya existentes.

Palabras clave: Taxonomía, peces cartilagosos, pedúnculo caudal, margen dorsal, margen preventral

INTRODUCCIÓN

La aleta caudal de los tiburones presenta una amplia variedad de componentes morfológicos como: margen dorsal, lóbulo dorsal, lóbulo terminal, extremo posterior, margen terminal, extremo subterminal, margen subterminal, muesca subterminal, margen postventral, entre otros (Fig. 1a), que son de gran utilidad para ser empleados como caracteres taxonómicos (Compagno *et al.* 2005, Hernández *et al.* 2009). Tales componentes morfológicos han sido estudiados desde un enfoque morfo-funcional, es decir, describiendo la utilidad de la aleta caudal tanto para la locomoción del individuo, como para la destreza en los movimientos que permiten la captura de alimento, *e.g.*, *Alopias vulpinus*, donde utiliza el lóbulo dorsal de la aleta

caudal para aturdir a la presa antes de ser capturada, cumpliendo funciones de persecución e inmovilización a la presa (Stewart & Simaner 1977, Aalbers *et al.* 2010, Reiss & Bonnan 2010). Sin embargo, pese a la variedad de los componentes morfológicos antes mencionados, la aleta caudal de los tiburones es empleada escasamente en las claves de determinación taxonómica en los condriactios, formando sólo parte del conjunto de caracteres diagnósticos de la morfología corporal externa en este grupo de peces (Pequeño 1977, 1979 a, b; Compagno 1984 a, b; Lloris & Rucabado 1991, Brito 2004 a, b; Lamilla & Bustamante 2005, Valenzuela *et al.* 2008, Sáez *et al.* 2010). Es frecuente encontrar claves donde la combinación de caracteres externos tales como: forma y

color del cuerpo, ausencia o presencia de quilla caudal, entre otros, sirven para ser aplicadas a un ejemplar completo, sin embargo, los individuos capturados en las pesquerías no siempre se encuentran en buen estado de conservación, lo que dificulta la determinación de las especies. En estos casos, la morfología de la aleta caudal (Fig. 1a) podría ser utilizada como herramienta para la determinación taxonómica de órdenes, familias, géneros y especies. El objetivo del presente estudio fue elaborar una clave taxonómica complementaria con base en los distintos componentes morfológicos de la aleta caudal de los tiburones. En este sentido, se provee una herramienta taxonómica complementaria para ser utilizada en la determinación de las 58 especies de tiburones presentes en aguas de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de las claves taxonómicas se utilizaron las imágenes o esquemas de la aleta caudal (Compagno 1984 a, b; Compagno *et al.* 2005) de 32 especies registradas en aguas de Chile: *Heptranchias perlo* (Bonnaterre, 1788), *Chlamydoselachus anguineus* Garman, 1884; *Rhincodon typus* Smith, 1828; *Rhina armata* Philippi, 1887; *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758); *Cetorhinus maximus* (Gunnerus, 1765); *Cephaloscyllium ventriosum* (Garman, 1880); *Cephalurus cephalus* Gilbert, 1892; *Mustelus whineyi* Chirichigno, 1973; *Triakis maculata* Kner & Steindachner, 1867; *Carcharhinus falciformis* (Müller & Henle, 1839); *Carcharhinus obscurus* (Lesueur, 1818); *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834); *Centrophorus squamosus* (Bonnaterre, 1788); *Euprotomicrus bispinatus* (Quoy & Gaimard, 1824); *Heteroscymnoides marleyi* Fowler, 1934; *Isistius brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824); *Mollisquama parini* Dolganov, 1984; *Echinorhinus cookei* Pietschmann, 1928; *Centroscyllium nigrum* Garman, 1899; *Etmopterus brachyurus* Smith & Radcliffe, 1912; *E. litvinovi* Parin & Kotlyar, 1990; *E. lucifer* Jordan & Snyder, 1902; *E. pycnolepis* Kotlyar, 1990; *E. pusillus* (Lowe, 1839); *E. unicolor* (Engelhardt, 1912); *E. villosus* Gilbert, 1905; *Centroscymnus owstonii* Garman, 1906; *Scymnodalatias oligodon* Kukuyev & Konovalenko, 1988; *Somniosus pacificus* Bigelow & Schroeder, 1944; *Squalus blainville* (Risso, 1827); *Squalus mitsukurii* Jordan & Snyder, 1903.

Adicionalmente, se utilizaron dibujos de las 27 especies restantes, que pertenecen a la colección de docencia de Peces Elasmobranquios del Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas de la Universidad Austral de Chile. Las especies fueron las siguientes: *Centroscyllium*

granulatum Günther, 1887; *Zameus squamulosus* Günther, 1887; *Hexanchus griseus* (Bonnaterre, 1788); *Notorhynchus cepedianus* (Péron, 1807); *Pseudocarcharias kamoharai* (Matsubara, 1936); *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1809; *I. paucus* Guitart Manday, 1966; *Lamna nasus* (Bonnaterre, 1788); *Alopias superciliosus* (Lowe, 1841); *A. vulpinus* (Bonnaterre, 1788); *Apristurus brunneus* (Gilbert, 1829); *A. nasutus* De Buen, 1959; *Bythaelurus canescens* (Günther, 1878); *Schroederichthys bivius* (Müller & Henle, 1838); *S. chilensis* (Guichenot, 1848); *Galeorhinus galeus* (Linnaeus, 1758); *Mustelus mento* Cope, 1877; *Carcharhinus galapagensis* (Snodgrass & Heller, 1905); *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758); *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758); *Deania calcea* (Lowe, 1839); *Aculeola nigra* De Buen, 1959; *Etmopterus granulosus* (Günther, 1878); *C. crepidater* (Barbosa du Bocage & de Brito Capello, 1864); *Centroscymnus macracanthus* Regan, 1906 y *Squalus acanthias* Linnaeus, 1758.

Con el propósito de evaluar la variabilidad intraespecífica con relación a la morfología de la aleta caudal, se utilizaron 5 individuos por especie, tanto en los ejemplares de colección como en diferentes ilustraciones, seleccionándose el morfotipo caudal más frecuente.

La metodología de clasificación taxonómica utilizada en la preparación de las claves, fue la propuesta por Compagno (1999) y Eschmeyer (2011).¹

Para facilitar el manejo de la terminología de los caracteres taxonómicos que acompaña las partes de la aleta caudal, se ilustra un esquema general (Fig. 1 a). Asimismo, fue medido el ángulo de inclinación de la aleta caudal, utilizando un transportador, proyectando una línea por el borde dorsal del pedúnculo caudal y su intersección con el extremo posterior de la aleta caudal (Fig. 1 b).

RESULTADOS

A continuación se presentan 2 tipos de claves sucesivas en orden jerárquico: una clave inicial, que permite reconocer 4 órdenes de tiburones distribuidos en aguas chilenas. A partir de dicha clave, se desglosan otras 4 claves para el reconocimiento de las especies dentro de los órdenes Hexanchiformes, Lamniformes, Carcharhiniformes y Squaliformes.

En Orectolobiformes y Squatiniformes, por tratarse de taxa monotípicos en aguas chilenas, las características de la aleta caudal se presentan en la misma clave de órdenes.

¹Eschmeyer W. 2011. Catalog of fishes. California Academy of Sciences, San Francisco. [on line] <[http://: www. calacademy.org](http://www.calacademy.org)>

Clave taxonómica para la determinación de órdenes

- 1 (2) Lóbulo dorsal más pequeño que el ventral....Squatiniiformes: Squatinidae: Ángulo de inclinación de la aleta de 34°. Margen terminal y subterminal ausente. Margen postventral inferior más largo que el superior *Rhina armata* (Fig. 2 f).
- 2 (1) Lóbulo dorsal más grande que el ventral3
- 3 (4) Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 55°. Orectolobioiformes: Rhinchodontidae: Aleta caudal semilunada, sin muescas, con un único patrón de manchas blancas sobre un fondo oscuro. Margen postventral inferior más corto que el superior..... *Rhincodon typus* (Fig. 2 e).
- 4 (3) Ángulo de inclinación de la aleta caudal menor de 55°5
- 5 (6) Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 10° y 15° Hexanchiiformes (Clave 1).
- 6 (5) Ángulo de inclinación de la aleta caudal mayor a 15° 7
- 7 (8) Lóbulo dorsal grande y el ventral casi del mismo tamaño (excepto en Pseudocarchariidae) dando el aspecto de cola semilunada (excepto Alopiidae). Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 19° y 50°Lamniformes (Clave 2).
- 8 (7) Lóbulo dorsal siempre más grande que el ventral9
- 9 (10) Muesca posterior muy desarrollada si está presente. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 11° y 45°Carcharhiniiformes (Clave 3).
- 10 (9) Muesca posterior poco desarrollada si está presente. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 12° y 50°Squaliiformes (Clave 4).

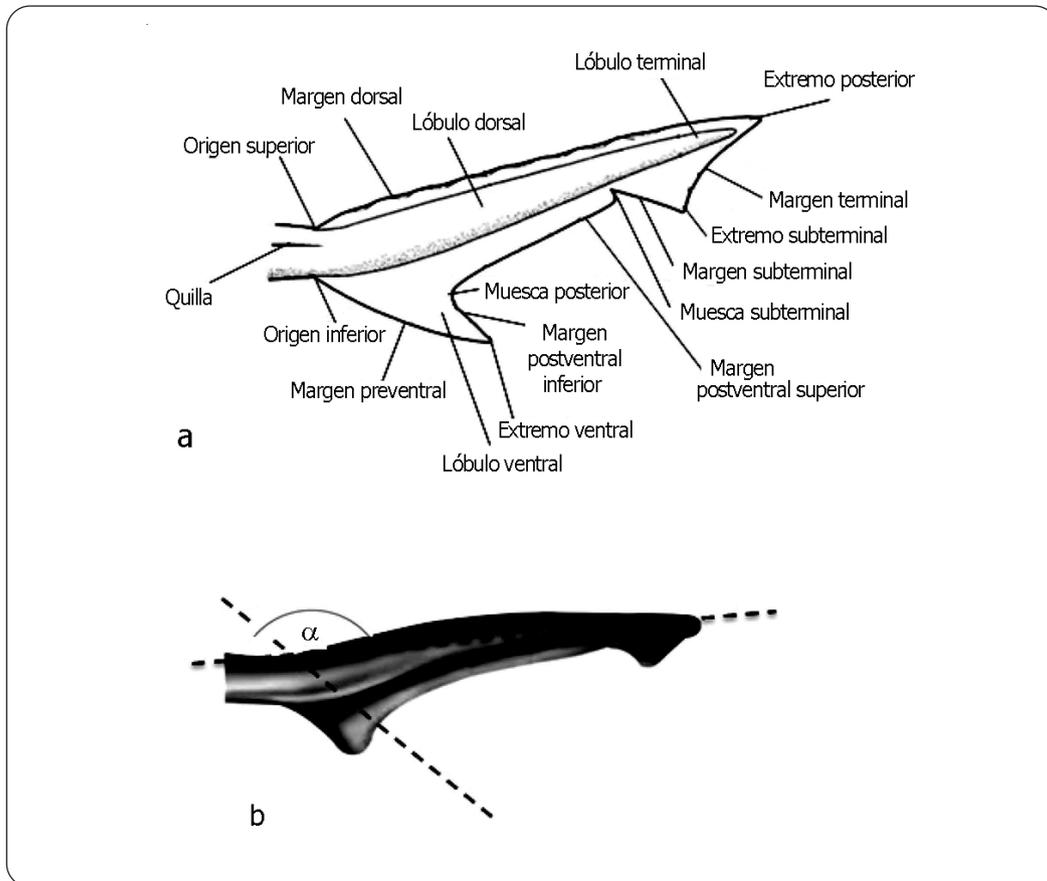


Figura 1. a) Esquema general de la aleta caudal y su nomenclatura (modificado de Compagno *et al.* 2005). b) Ejemplo de la medición (igual a 15°) de la aleta caudal en *Hexanchus griseus* / a) General scheme of the caudal fin and its nomenclature (modified from Compagno *et al.* 2005). b) Example of measurement (equals to 15°) of the caudal fin in *Hexanchus griseus*

**Clave 1. Clave taxonómica para la determinación de familias, géneros y especies del orden
Hexanchiformes**

- 1 (2) Márgenes terminal y subterminal presentes. Margen postventral inferior presente. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 10° y 15° Hexanchidae: 3
- 2 (1) Márgenes terminal y subterminal ausentes. Margen postventral inferior ausente. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 12° Chlamydoselachiidae: *Chlamydoselachus anguineus* (Fig. 2 d).
- 3 (4) Muesca subterminal y muesca posterior desarrolladas. Ángulo de inclinación de la aleta caudal menor de 15° 5
- 4 (3) Sin muesca subterminal y muesca posterior no muy desarrollada. Ángulo de inclinación de la aleta caudales de 15° *Hexanchus griseus* (Fig. 2 b).
- 5 (6) Margen terminal ancho, con extremo posterior dirigido hacia abajo. Lóbulo terminal ancho. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 10° *Heptanchias perlo* (Fig. 2 a).
- 6 (5) Margen terminal angosto, con extremo posterior derecho. Lóbulo terminal angosto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 14° *Notorynchus cepedianus* (Fig. 2 c).

**Clave 2. Clave taxonómica para la determinación de familias, géneros
y especies del orden Lamniformes**

- 1 (2) Lóbulo dorsal extremadamente desarrollado, respecto al ventral; su longitud más de seis veces la altura del lóbulo ventral. Lóbulo terminal angosto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 19° y 28° Alopiidae: 3
- 2 (1) Lóbulo dorsal más grande que el ventral, pero no excesivamente desarrollado; su longitud menos de seis veces la altura del lóbulo ventral. Lóbulo terminal ancho. Ángulo de inclinación de la aleta caudal menor de 28° 5
- 3 (4) Margen subterminal corto. Extremo posterior hacia abajo. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 28° *Alopias superciliosus* (Fig. 3 g).
- 4 (3) Sin margen subterminal. Extremo posterior derecho. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 19° *Alopias vulpinus* (Fig. 3 h).
- 5 (6) Margen postventral inferior corto. Margen terminal sinuoso. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 26° Pseudocarchariidae: *Pseudocarcharias kamoharai* (Fig. 3 a).
- 6 (5) Margen postventral inferior largo. Margen terminal recto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal mayor a 26° 7
- 7 (8) Margen preventral recto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 44° Cetorhinidae: *Cetorhinus maximus* (Fig. 3 f).
- 8 (7) Margen preventral redondeado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 26° y 53° Lamnidae: 9
- 9 (10) Lóbulo dorsal más angosto que el ventral. Margen postventral inferior recto y angosto 11
- 10 (9) Lóbulo dorsal más ancho que el ventral. Margen postventral inferior sinuoso. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 46° *Lamna nasus* (Fig. 3 e).
- 11 (12) Con muesca subterminal. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 44° y 53° *Isurus*: 13
- 12 (11) Sin muesca subterminal. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 41° *Carcharodon carcharias* (Fig. 3 b).
- 13 (14) Margen terminal recto. Margen subterminal contenido tres veces en el margen terminal. Margen postventral inferior recto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 44° *Isurus paucus* (Fig. 3 d).
- 14 (13) Margen terminal cóncavo. Margen subterminal contenido cuatro o más veces en el margen terminal. Margen post ventral inferior redondeado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 53° *I. oxyrinchus* (Fig. 3 c).

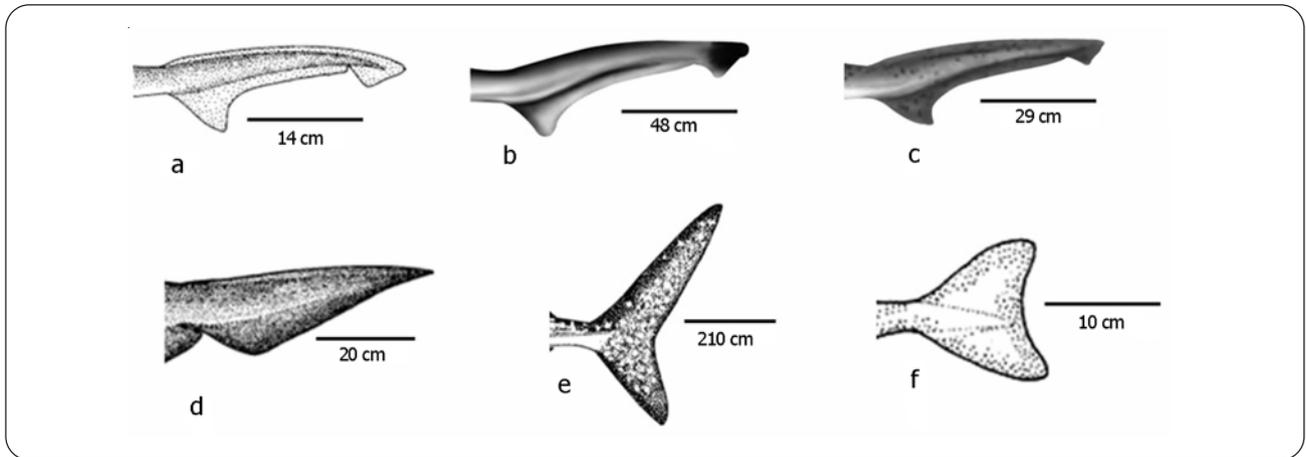


Figura 2. Ilustración de la aleta caudal de Hexanchiformes (a-d), Orectolobiformes (e) y Squatiniformes (f), indicando la longitud total (LT) de cada especie / Illustration of the Hexanchiformes (a-d), Orectolobiformes (e) and Squatiniformes (f) caudal fins, indicating the total body length of each species (TL)

Nombres científicos / Scientific names:

a) HEXANCHIDAE: *Heptranchias perlo* (Bonnaterre, 1788) LT = 139 cm; b) *Hexanchus griseus* (Bonnaterre, 1788) LT = 482 cm; c) *Notorynchus cepedianus* (Péron, 1807) LT = 290 cm; d) CHLAMYDOSELACHIDAE: *Chlamydoselachus anguineus* Garman, 1884 LT = 196 cm; e) RHINCODONTIDAE: *Rhincodon typus* Smith, 1828 LT = 2100 cm; f) SQUATINIDAE: *Rhina armata* Philippi, 1887 LT = 103 cm

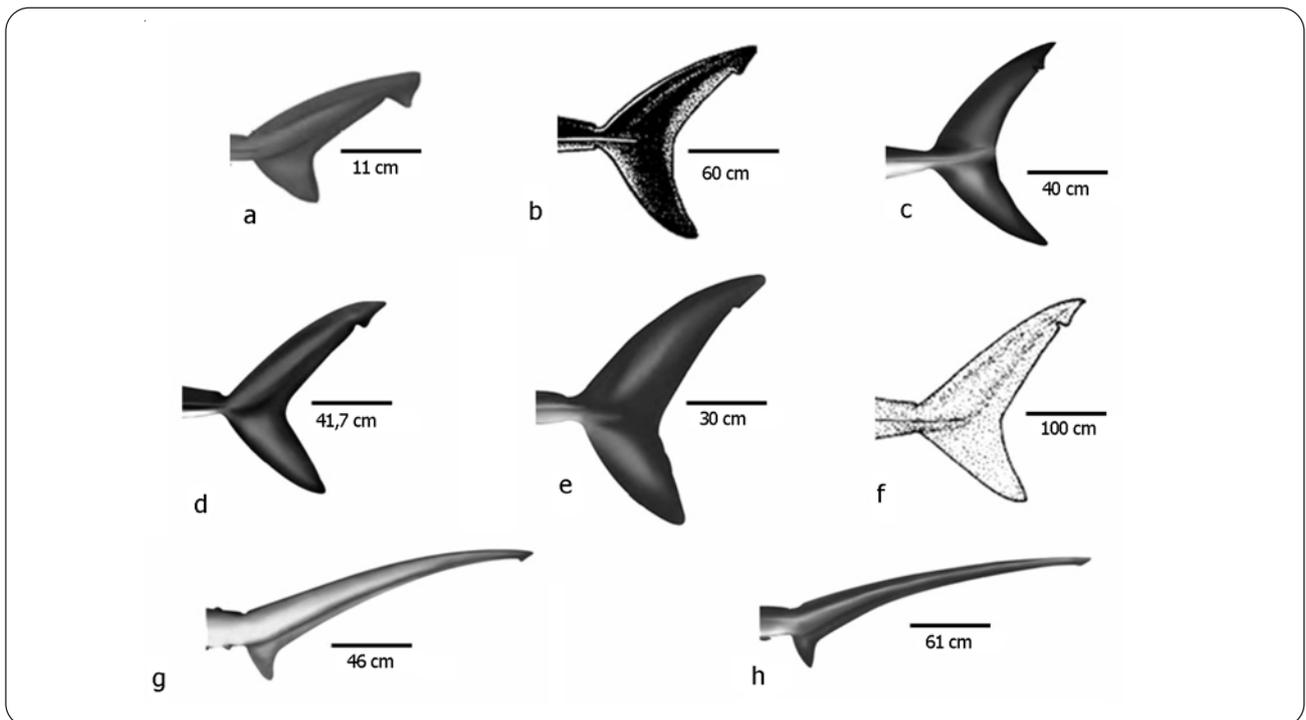


Figura 3. Ilustración de la aleta caudal de Lamniformes (a-h), indicando la longitud total (LT) de cada especie / Illustration of the Lamniformes caudal fin (a-h), indicating the maximum size of each species (TL)

Nombres científicos / Scientific names:

a) PSEUDOCARCHARIIDAE: *Pseudocarcharias kamoharai* (Matsubara, 1936) LT = 110 cm; b) LAMNIDAE: *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) LT = 600 cm; c) *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1809 LT = 400 cm; d) *Isurus paucus* Guitart Manday, 1966 LT = 417 cm; e) *Lamna nasus* (Bonnaterre, 1788) LT = 300 cm; f) CETORHINIDAE: *Cetorhinus maximus* (Gunnerus, 1765) LT = 1000 cm; g) ALOPIIDAE: *Alopias superciliosus* (Lowe, 1841) LT = 460 cm; h) *Alopias vulpinus* (Bonnaterre, 1788) LT = 610 cm

Clave 3. Clave taxonómica para la determinación de familias, géneros y especies del orden Carcharhiniformes

- 1 (2) Extremo subterminal puntiagudo. Con o sin margen postventral inferior 3
- 2 (1) Extremo subterminal redondeado. Sin margen postventral inferior. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 10° y 23° Scyliorhinidae: 7
- 3 (4) Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 16° y 25° Triakidae: 19
- 4 (3) Ángulo de inclinación de la aleta caudal mayor a 25° 5
- 5 (6) Margen terminal recto y oblicuo o ligeramente cóncavo. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 19° y 45° Carcharhinidae: 25
- 6 (5) Margen terminal cóncavo. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 25° y 32° Sphyrnidae: 31
- 7 (8) Sin muesca subterminal. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 12° y 14° *Schroederichthys*: 9
- 8 (7) Con muesca subterminal. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 10° y 17° 11
- 9 (10) Margen postventral superior sinuoso. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 12° *Schroederichthys bivius* (Fig. 4 f).
- 10 (9) Margen postventral superior recto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 16° *Schroederichthys chilensis* (Fig. 4 g).
- 11 (12) Margen terminal ancho, muesca subterminal notoria. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 16° *Cephaloscyllium ventriosum* (Fig. 4 d).
- 12 (11) Margen terminal angosto, muesca subterminal poco profunda. Ángulo de inclinación de la aleta caudal mayor o igual a 16° 13
- 13 (14) Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 18° *Cephalurus cephalus* (Fig. 4 e).
- 14 (13) Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 16° 15
- 15 (16) Margen terminal con una muesca. Lóbulo ventral angosto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 17° *Bythaelurus canescens* (Fig. 4 c).
- 16 (15) Margen terminal liso. Lóbulo ventral ancho. Ángulo de inclinación de la aleta caudal menor a 17° 17
- 17 (18) Margen postventral superior redondeado; extremo ventral aguzado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 10° *Apristurus bruneus* (Fig. 4 a).
- 18 (17) Margen postventral superior sinuoso, extremo ventral redondeado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 14° *Apristurus nasutus* (Fig. 4 b).
- 19 (20) Margen postventral inferior muy desarrollado y su tamaño contenido dos veces en el margen terminal. Extremo ventral redondeado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 25° *Galeorhinus galeus* (Fig. 4 h).
- 20 (19) Margen postventral inferior poco desarrollado (contenido menos de dos veces en el margen terminal) o ausente. Ángulo de inclinación de la aleta caudal menor a 25° 21
- 21 (22) Margen terminal recto a ligeramente cóncavo. Margen postventral superior recto u ondulado. Extremo ventral redondeado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 13° y 23° *Mustelus*: 23
- 22 (21) Margen terminal redondeado. Margen postventral superior sinuoso. Extremo ventral en punta. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 16° *Triakis maculata* (Fig. 4 k).
- 23 (24) Margen terminal recto y oblicuo. Extremo ventral redondeado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 13° *Mustelus mento* (Fig. 4 i).
- 24 (23) Margen terminal levemente cóncavo. Extremo ventral puntiagudo. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 23° *Mustelus whitneyi* (Fig. 4 j).
- 25 (26) Muesca posterior redondeada. Lóbulo ventral ancho y corto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 19° y 45° *Carcharhinus*: 27
- 26 (25) Muesca posterior recta. Lóbulo ventral angosto y alargado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 25° *Prionace glauca* (Fig. 4 ñ).
- 27 (28) Margen terminal levemente cóncavo. Ángulo de inclinación mayor a 19° 29
- 28 (27) Margen terminal recto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 19° *Carcharhinus falciformis* (Fig. 4 l).
- 29 (30) Margen dorsal con una sinuosidad al llegar al extremo posterior, lóbulo terminal angosto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 33° *Carcharhinus obscurus* (Fig. 4 n).
- 30 (29) Margen dorsal recto, lóbulo terminal ancho. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 45° *Carcharhinus galapagensis* (Fig. 4 m).
- 31 (32) Muesca subterminal poco profunda. Muesca posterior aguzada. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 32° *Sphyrna lewini* (Fig. 4 o).
- 32 (31) Muesca subterminal profunda. Muesca posterior redondeada. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 25° *Sphyrna zygaena* (Fig. 4 p).

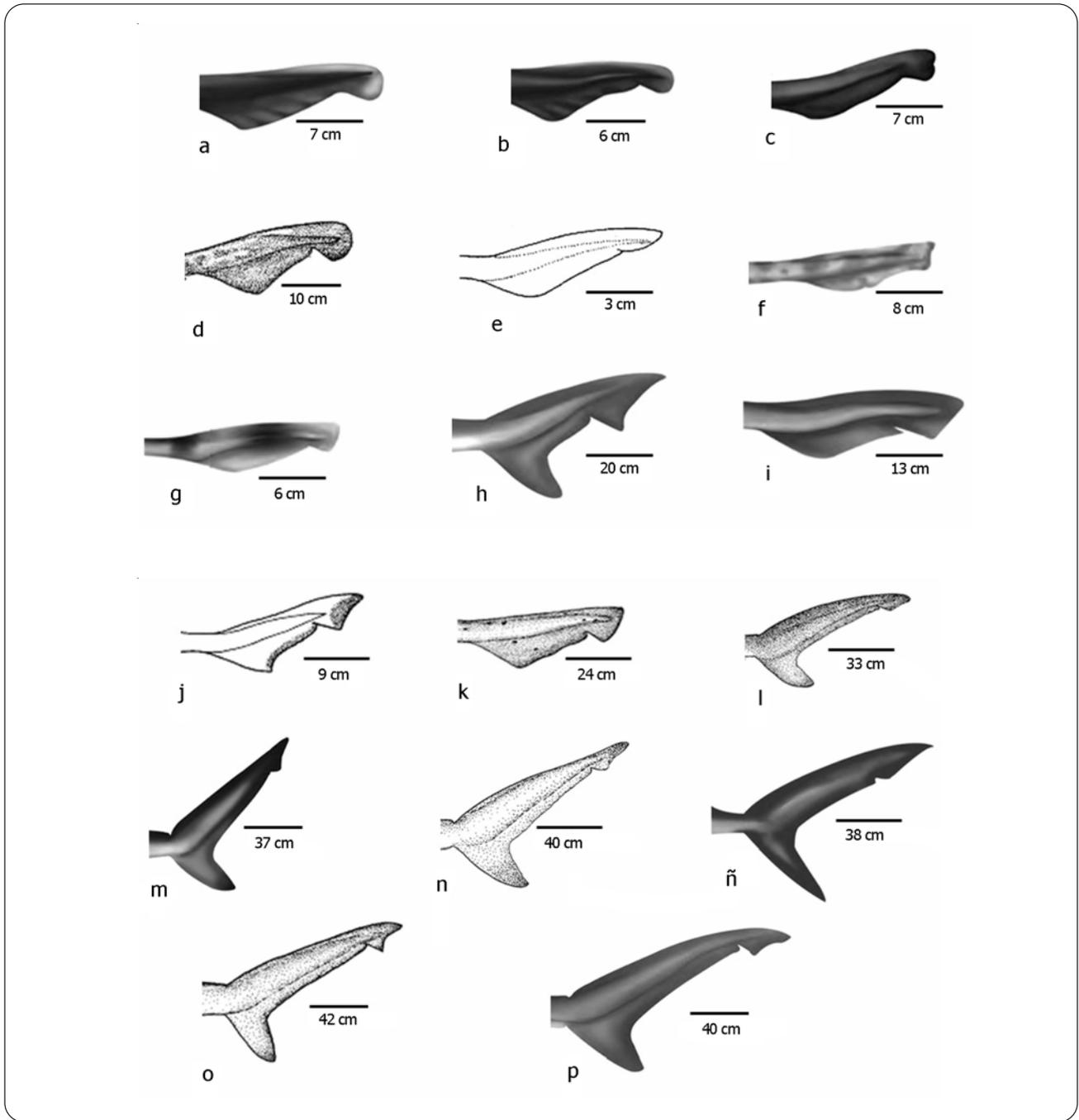


Figura 4. Ilustración de la aleta caudal de Carcharhiniformes (a-p), indicando longitud corporal total (LT) de cada especie / Illustration of the caudal fin Carcharhiniformes (a-p), indicating the total body length (TL) of each species

Nombres científicos / Scientific names:

a) SCYLORHINIDAE: *Apristurus brunneus* (Gilbert, 1892) LT = 69 cm; b) *Apristurus nasutus* De Buen, 1959 LT = 56 cm; c) *Bythaelurus canescens* (Günther, 1878) LT = 70 cm; d) *Cephaloscyllium ventriosum* (Garman, 1880) LT = 100 cm; e) *Cephalurus cephalus* Gilbert, 1892 LT = 28 cm; f) *Schroederichthys bivius* (Müller & Henle, 1838) LT = 82 cm; g) *Schroederichthys chilensis* (Guichenot, 1848) LT = 62 cm; h) TRIAKIDAE: *Galeorhinus galeus* (Linnaeus, 1758) LT = 195 cm; i) *Mustelus mento* Cope, 1877 LT = 130 cm; j) *Mustelus whitneyi* Chirichigno, 1973 LT = 87 cm; k) *Triakis maculata* Kner & Steindachner, 1867 LT = 240 cm; l) CARCHARHINIDAE: *Carcharhinus falciformis* (Müller & Henle 1839) LT = 330 cm; m) *Carcharhinus galapagensis* (Snodgrass & Heller, 1905) LT = 370 cm; n) *Carcharhinus obscurus* (Lesueur 1818) LT = 400 cm, ñ) *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) LT = 380 cm; o) SPHYRNIDAE: *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) LT = 470 cm; p) *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) LT = 400 cm

**Clave 4. Clave taxonómica para la determinación de familias, géneros
y especies del orden de Squaliformes**

1 (2) Margen terminal escasamente desarrollado o ausente	3
2 (1) Margen terminal desarrollado	5
3 (4) Margen dorsal recto	Squalidae: 11
4 (3) Margen dorsal redondeado Echinorhinidae: Margen postventral superior redondeado. Extremo ventral redondeado. Margen terminal poco desarrollado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 20°	<i>Echinorhinus cookei</i> (Fig. 5 g).
5 (6) Margen subterminal amplio o escasamente desarrollado	7
6 (5) Margen subterminal angosto	9
7 (8) Lóbulo ventral corto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 13° y 27°	Etmopteridae: 15
8 (7) Lóbulo ventral alargado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 22° y 50°	Somniosidae: 37
9 (10) Margen postventral superior corto	Dalatiidae: 46
10 (9) Margen postventral superior alargado	Centrophoridae: 52
11 (12) Extremo posterior del lóbulo dorsal en punta. Lóbulo terminal angosto, muesca posterior aguzada y margen posterior ventral inferior recto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 35°	<i>Squalus mitsukurii</i> (Fig. 5 z).
12 (11) Extremo posterior del lóbulo dorsal redondeado. Lóbulo terminal ancho, muesca posterior redondeada y margen posterior ventral inferior redondeado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 24° y 45°	13
13 (14) Margen postventral superior redondeado. Sin margen terminal. Lóbulo ventral ancho, muesca posterior redondeada. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 45°	<i>Squalus blainville</i> (Fig. 5 y).
14 (13) Margen postventral superior recto. Con margen terminal. Lóbulo ventral angosto, muesca posterior en forma de "C". Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 24°	<i>Squalus acanthias</i> (Fig. 5 x).
15 (16) Sin margen postventral inferior o muy poco desarrollado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 13° y 26°	<i>Aculeola</i> , <i>Centroscyllium</i> : 17
16 (15) Con margen postventral inferior. Ángulo de inclinación de la aleta caudal entre 12° y 50°	<i>Etmopterus</i> : 20
17 (18) Extremo ventral redondeado. Margen terminal y margen subterminal angosto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 13°	<i>Aculeola nigra</i> (Fig. 5 h).
18 (17) Extremo ventral en punta. Con o sin márgenes terminal y subterminal. Ángulo de inclinación de la aleta caudal mayor a 13°	<i>Centroscyllium</i> : 19
19 (20) Muesca posterior ausente	21
20 (19) Muesca posterior presente	<i>Etmopterus</i> : 23
21 (22) Margen terminal redondeado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 19°	<i>C. granulatum</i> (Fig. 5 i).
22 (21) Margen terminal recto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 26°	<i>C. nigrum</i> (Fig. 5 j).
23 (24) Margen postventral superior ondulado	25
24 (23) Margen postventral superior liso	31
25 (26) Extremo posterior con una mancha blanca. Muesca posterior estrecha, margen subterminal recto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 26°	<i>Etmopterus pycnolepis</i> (Fig. 5 ñ).
26 (25) Extremo posterior sin una mancha blanca	27
27 (28) Con muesca subterminal. Muesca posterior notoria, margen subterminal oblicuo. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 13°	<i>Etmopterus pusillus</i> (Fig. 5 o).
28 (27) Sin muesca subterminal. Muesca posterior notoria o incipiente. Ángulo de inclinación de la aleta caudal mayor que 14°	29
29 (30) Margen preventral redondeado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 19°	<i>Etmopterus unicolor</i> (Fig. 5 p).
30 (29) Margen preventral recto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 17° ...	<i>Etmopterus lucifer</i> (Fig. 5 n).
31 (32) Extremo ventral redondeado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 24°	<i>Etmopterus litvinovi</i> (Fig. 5 m).
32 (31) Extremo ventral redondeado o en punta. Ángulo de inclinación de la aleta caudal menor a 24°	33

33 (34) Margen terminal recto y oblicuo. Margen subterminal ancho. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 12°	<i>Etmopterus brachyurus</i> (Fig. 5 k).	
34 (33) Margen terminal redondeado. Margen subterminal angosto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal mayor a 12°		35
35 (36) Margen subterminal contenido cuatro veces en el margen postventral superior. Extremo posterior recto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 16°	<i>Etmopterus granulosus</i> (Fig. 5 l).	
36 (35) Margen subterminal contenido dos veces en el margen postventral superior. Extremo posterior dirigido hacia abajo. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 14°	<i>Etmopterus villosus</i> (Fig. 5 q).	
37 (38) Margen postventral superior casi del mismo tamaño que el margen terminal. Ángulo de inclinación de la aleta caudal menor a 50°		39
38 (37) Margen postventral superior más pequeño que el margen terminal. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 50°	<i>Somniosus pacificus</i> (Fig. 5 w).	
39 (40) Margen terminal redondeado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 30°	<i>Scymnodalatias oligodon</i> (Fig. 5 u).	
40 (39) Margen terminal recto u oblicuo. Ángulo de inclinación menor a 30°		41
41 (42) Muesca posterior presente. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 12°	<i>Zameus squamulosus</i> (Fig. 5 v).	
42 (41) Muesca posterior presente o ausente	<i>Centroscymnus</i> : 43	
43 (44) Lóbulo ventral angosto, margen preventral recto. Presencia de una pequeña muesca en el extremo posterior. Margen post ventral superior ondulado. Ángulo de inclinación de 22°	<i>Centroscymnus crepidater</i> (Fig. 5 r).	
44 (43) Margen postventral superior redondeado, margen subterminal amplio (casi el doble que el margen terminal). Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 24°	<i>Centroscymnus macracanthus</i> (Fig. 5 s).	
45 (46) Margen postventral superior recto, margen subterminal angosto (menos del doble que el margen terminal). Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 26°	<i>Centroscymnus owstonii</i> (Fig. 5 t).	
46 (47) Margen terminal liso; margen postventral superior liso. Ángulo de inclinación de la aleta caudal menor a 40°		48
47 (46) Margen terminal ondulado; margen postventral superior ondulado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 40°	<i>Isistius brasiliensis</i> (Fig. 5 e).	
48 (49) Margen subterminal contenido cuatro veces en el margen terminal, muesca posterior poco desarrollada. Ángulo de inclinación de 35°	<i>Euprotomicrus bispinatus</i> (Fig. 5 c).	
49 (48) Margen subterminal contenido menos de cuatro veces en el margen terminal, muesca posterior notoria. Ángulo de inclinación menor a 35°		50
50 (51) Margen terminal recto, margen preventral redondeado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 26°	<i>Heteroscymnoides marleyi</i> (Fig. 5 d).	
51 (50) Margen terminal redondeado, margen preventral recto. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 31°	<i>Mollisquama parini</i> (Fig. 5 f).	
52 (53) Sin muesca posterior, con muesca subterminal, lóbulo ventral ancho, extremo ventral en punta. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 32°	<i>Centrophorus squamosus</i> (Fig. 5 a).	
53 (52) Con muesca posterior, sin muesca subterminal, lóbulo ventral angosto, extremo ventral redondeado. Ángulo de inclinación de la aleta caudal de 25°	<i>Deania calcea</i> (Fig. 5 b).	

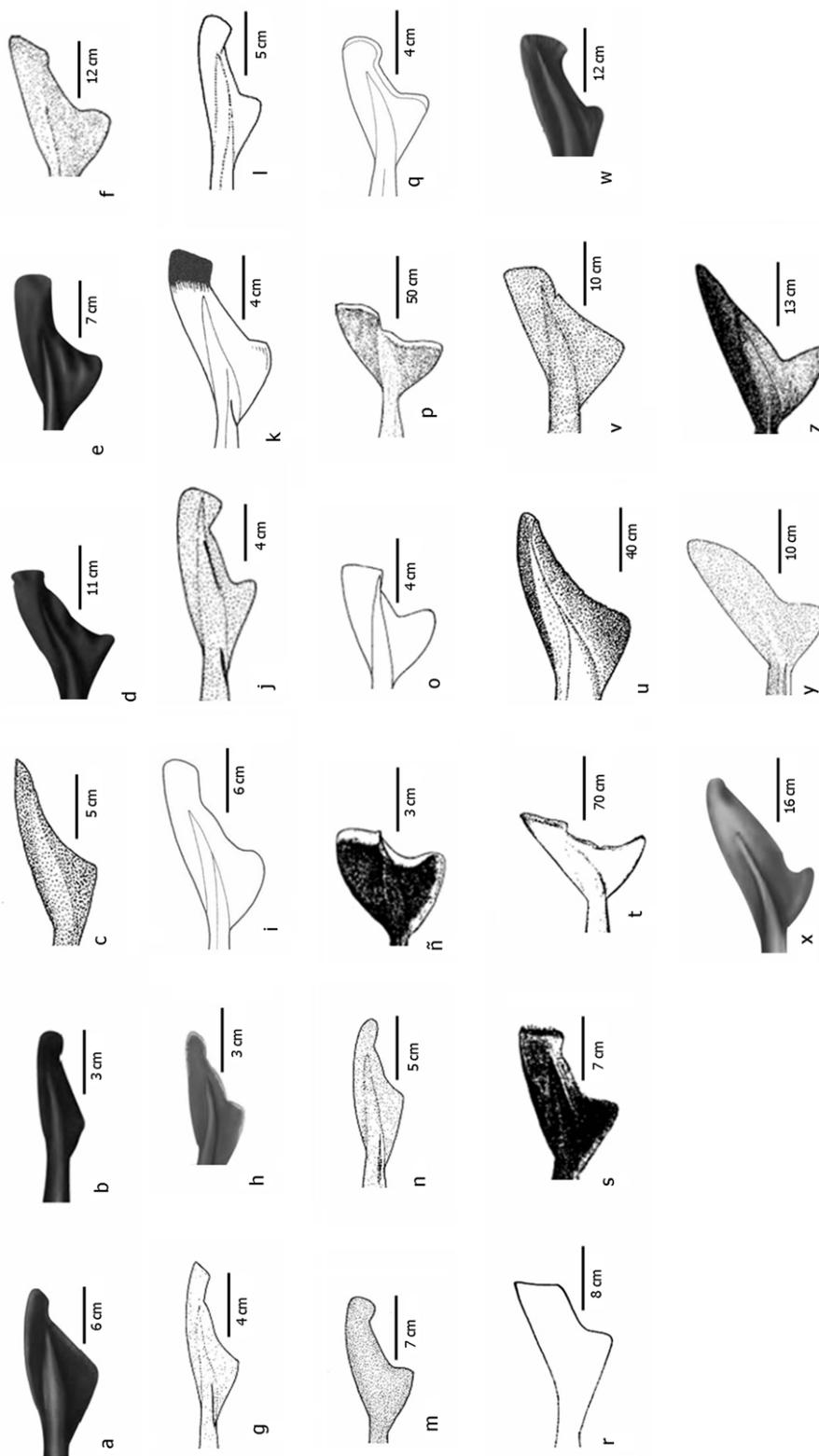


Figura 5. Ilustración de la aleta caudal de Squaliformes (a-z), indicando la longitud corporal total (LT) de cada especie / Illustration of the Squaliformes caudal fin (a-z), indicating the total body length of each species (TL)

Nombres científicos / Scientific names:

a) CENTROPHORIDAE: *Centrophorus squamosus* (Bonnaterre, 1788) LT = 100 cm; b) *Deania calcea* (Lowe, 1839) LT = 122 cm; c) DALATIIDAE: *Euprotomiscrus bispinatus* (Quoy & Gaimard, 1824) LT = 27 cm; d) *Heteroscyrnoides marleyi* Fowler, 1934 LT = 37 cm; e) *Isistius brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) LT = 50 cm; f) *Mollisquama parini* Dolganov, 1984 LT = 40 cm; g) ECHINORHINIDAE: *Echinorhinus cooki* Pletschmann, 1928 LT = 400 cm; h) ETMOPTERIDAE: *Aculeola nigra* De Buen, 1959 LT = 60 cm; i) *Centrosyllum granulatum* Günther, 1887 LT = 40 cm; j) *Centrosyllum nigrum* Garman, 1899 LT = 50 cm; k) *Etmopterus brachyurus* Smith & Radcliffe, 1912 LT = 42 cm; l) *Etmopterus granulosus* (Günther, 1880) LT = 26 cm; m) *Etmopterus litvinovi* Parin & Kotlyar, 1990 LT = 61 cm; n) *Etmopterus lucifer* Jordan & Snyder, 1902 LT = 42 cm; ñ) *Etmopterus pycnolepis* Kotlyar, 1990 LT = 45 cm; o) *Etmopterus pusillus* (Lowe, 1839) LT = 50 cm; p) *Etmopterus unicolor* (Engelhardt, 1912) LT = 69 cm; q) *Etmopterus villosus* Gilbert, 1905 LT = 46 cm; r) SOMNIOSIDAE: *Centrosyrmus crepidater* (Barbosa du Bocage & de Brito Capello, 1864) LT = 105 cm; s) *Centrosyrmus macracanthus* Regan, 1906 LT = 68 cm; t) *Centrosyrmus owstonii* Garman, 1906 LT = 120 cm; u) *Scymnodolias oligodon* Kukuyev & Konvalenko, 1988 LT = 80 cm; v) *Zameus squamulosus* (Günther, 1877) LT = 80 cm; w) *Somniosus pacificus* Bigelow & Schroeder, 1944 LT = 700 cm; x) SQUALIDAE: *Squalus acanthias* Linnaeus, 1758 LT = 160 cm; y) *Squalus blainville* (Risso, 1827) LT = 100 cm; z) *Squalus mitsukurii* Jordan & Snyder, 1903 LT = 125 cm

DISCUSIÓN

Los diferentes componentes morfológicos de la aleta caudal de los tiburones ofrecen en su conjunto una valiosa información para la determinación taxonómica de familias, géneros y especies. Las claves taxonómicas de condriictios generalmente no consideran en detalle aspectos de la morfología de la aleta caudal de los tiburones, por lo que se consideraron aquellos caracteres fáciles de observar y con mayor capacidad discriminante para clasificar los grupos taxonómicos.

Para elaborar esta clave se distinguen caracteres tales como: elevación o declinación del margen dorsal (ángulo de inclinación), forma del margen terminal (recto, redondeado), extensión del lóbulo dorsal, presencia o ausencia de muesca subterminal o posterior, entre otros. En el caso particular de la elevación de la aleta caudal, existiría una leve variación en los ángulos medidos de cada una de las especies (no más de uno o dos grados), esto debido a la variación intraespecífica producto de factores no biológicos como: error en la medición del ángulo de la aleta caudal en el registro fotográfico o dibujo y de factores biológicos tales como el estado de madurez y desarrollo ontogenético (Reiss & Bonnan 2010). Tales variaciones son en condiciones controladas como en terreno, de laboratorio, puertos de desembarque, embarcaciones, etc., sin embargo, es un carácter confiable que facilita la diferenciación de las especies. Así, se puede afirmar que los caracteres seleccionados son de utilidad para la determinación taxonómica, esto debido a su fácil observación, invariables en el tiempo y, además, de ser caracteres conservadores de grupos taxonómicos (órdenes, familias, géneros, especies). Sumado a esto, la aleta caudal es una estructura de fácil conservación en colecciones ictiológicas, por lo que teniendo la diagnosis clara de un espécimen, es una buena alternativa para las colecciones ictiológicas o museos por su comodidad para guardarlas, en comparación con el almacenamiento del animal completo. Sin embargo, pese a todas las ventajas que tienen los distintos componentes de la aleta caudal, éstos no han sido considerados en su totalidad como caracteres taxonómicos en las diferentes claves que existen para este grupo de peces. En este sentido, Hernández *et al.* (2009) han sido una excepción, puesto que estos autores emplearon la aleta caudal (considerando además otros elementos) enfocados en la determinación de la aleta caudal de algunas especies

involucradas en el comercio de aletas, restringiéndose así a unas pocas especies de interés comercial como son: *Prionace glauca*, *Isurus oxyrinchus* y *Lamna nasus*. Así mismo, Sebastian *et al.* (2008) y Hernández *et al.* (2010), obtuvieron la caracterización de algunas especies pelágicas, en las costas de Chile mediante la determinación genética de las aletas de tiburones, incluyendo la caudal.

Por otro lado, se han adicionado a la clave dos especies que se han registrado en aguas chilenas, *Carcharhinus obscurus* y *C. falciformis*, siendo que a ambas especies por años se les consideraba dudosa su aparición en Chile (Pequeño 1989, Lamilla & Bustamante 2005). Sin embargo, tanto para *C. obscurus* como para *C. falciformis*, mediante nuevos antecedentes bibliográficos, se puede confirmar su presencia en el centro norte de Chile, aumentando las especies chilenas de 56 (Sáez *et al.* 2010) a 58 especies (Sebastian *et al.* 2008, FISHWISE 2011²).

Los peces constituyen un recurso natural renovable muypreciado por el hombre. La Food and Agricultural Organization (FAO), está preocupada del uso de los peces a través de la pesca. Esto implica que se debe conocer las especies, su estado de conservación, características biológicas, etc. y esto último no se logra si no se tiene la capacidad para determinar la identidad de cada individuo capturado. Debido a que, muchas veces hay tiburones que han sido parcialmente destrozados durante el proceso de captura, existe la posibilidad de recurrir a partes del organismo no descartados, para emitir un juicio de la determinación de la especie. De esta manera, se espera fomentar el uso de las partes que componen la aleta caudal para ser empleadas y valoradas como una nueva herramienta taxonómica, que puede ser usada aisladamente o como complemento de los caracteres taxonómicos comúnmente más conocidos y empleados en las distintas claves taxonómicas que existen en la literatura.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento parcial al proyecto Fondo de Innovación Competitiva Regional FIC-R/DID UACH 2010 'Innovación y sustentabilidad bioeconómica en la pesquería artesanal de pequeños peces pelágicos en la Región de Los Ríos'. Gobierno Regional de Los Ríos, y a la dibujante Judeh Elalam por la elaboración de algunas ilustraciones de esta publicación.

²FISHWISE 2011. Universal Fish Catalogue [on line] <www.fishwise.co.za>

A Hernán Flores (Biólogo Marino, Laboratorio de Elasmobranchios (ELASMOLAB), Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Universidad Austral de Chile) por la preparación del material usado en el trabajo.

LITERATURA CITADA

- Aalbers A, D Bernal & CA Sepúlveda. 2010.** The functional role of the caudal fin in the feeding ecology of the common thresher shark *Alopias vulpinus*. *Journal of Fish Biology* 73: 1863-1868.
- Brito JL. 2004a.** Hallazgo de *Somniosus pacificus* Bigelow & Schroeder, 1944 (Squaliformes: Squalidae) en San Antonio, Chile central. *Investigaciones Marinas* 32(2): 137-139.
- Brito JL. 2004b.** Presencia del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Carcharhiniformes: Sphyrnidae) y nuevo registro del tiburón espinudo *Echinorhinus cookei* (Squaliformes: Squalidae) en San Antonio, Chile central. *Investigaciones Marinas* 32(2): 141-144.
- Compagno LJV. 1984a.** FAO Species Catalogue. Part 1. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Hexanchiformes to Lamniformes. FAO Fisheries Synopsis 125 4(1): 1-249.
- Compagno LJV. 1984b.** FAO Species Catalogue. Part 2. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Carcharhiniformes. FAO Fisheries Synopsis 125 4(2): 251-655.
- Compagno LJV. 1999.** Systematics and body form. In: Hamlett WC (ed). *Sharks, skates and rays. The biology of elasmobranch fishes*, pp. 1-42. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Compagno LJV, D Dando & S Fowler. 2005.** A field guide to the sharks of the world, 368 pp. Harper Collins Publishing, London.
- Hernández S, PA 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.
- Hernández S, C Gallardo-Escárate, J Alvares-Borego, MT González & PA Haye. 2010.** A multidisciplinary approach to identify pelagic shark fins by molecular, morphometric and digital correlation data. *Hidrobiológica* 20(1): 71-80.
- Lamilla J & C Bustamante. 2005.** Guía para el reconocimiento de tiburones, rayas y quimeras de Chile. *Oceana* 17: 1-80.
- Lloris D & J Rucabado. 1991.** Ictiofauna del canal Beagle (Tierra del Fuego), aspectos ecológicos y análisis biogeográfico. *Publicación Especial, Instituto Español de Oceanografía* 8: 1-182.
- Pequeño G. 1977.** El género *Galeorhinus* en Chile (Elasmobranchii: Triakidae). *Revista de Biología Marina* 16(2): 183-188.
- Pequeño G. 1979a.** El género *Notorhynchus* en Chile (Elasmobranchii). *Revista de Biología Marina* 16(3): 257-264.
- Pequeño G. 1979b.** Nota sobre un ejemplar de *Cetorhinus maximus* (Gunnerus, 1765) capturado frente a Corral, Chile. *Neotropica* 73: 97-98.
- Pequeño G. 1989.** Peces de Chile, lista sistemática revisada y comentada. *Revista de Biología Marina* 24(2): 1-132.
- Reiss K & MF Bonnan. 2010.** Ontogenetic scaling of caudal fin shape in *Squalus acanthias* (Chondrichthyes, Elasmobranchii): A geometric morphometric analysis with implications for caudal fin functional morphology. *The Anatomical Record* 293: 1184-1191.
- Sáez S, G Pequeño & J Lamilla. 2010.** Clave taxonómica del Superorden Squalomorphi de Chile (Pisces: Elasmobranchii). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 45 (S1): 619-634.
- Sebastian H, PA Haye & MS Shivji. 2008.** Characterization of the pelagic shark-fin trade in north-central Chile by genetic identification and trader surveys. *Journal of Fish Biology* 73: 2293-2304.
- Stewart K & DF Simaner. 1977.** Body form and locomotion in sharks. *American Zoologist* 17: 343-354.
- Valenzuela A, C Bustamante & J Lamilla. 2008.** Morphological characteristics of five bycatch sharks caught by southern Chilean demersal longline fisheries. *Scientia Marina* 72(2): 231-237.

Recibido el 23 de enero de 2012 y aceptado el 7 de junio de 2012

Editor Asociado: Mauricio Landaeta D.