

*Research Article*

## Claves para el reconocimiento taxonómico dentario en taxa del Superorden Squalomorphi de Chile (Chondrichthyes: Elasmobranchii)

Sylvia Sáez<sup>1</sup> & Germán Pequeño<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Zoología “Ernst F. Kilian”, Universidad Austral de Chile  
Casilla 567, Valdivia, Chile

**RESUMEN.** Se presenta una serie de claves para el reconocimiento dentario de diferentes taxa del Superorden Squalomorphi de Chile. Se seleccionaron características dentarias externas que permitan obtener una observación más expedita que conduzcan a un estudio más acabado, de la diagnosis de los diferentes taxa constituyentes de este grupo de peces, haciéndolas extensibles para estudios de piezas dentales fósiles.

**Palabras clave:** taxonomía, morfología dentaria, tiburones, Pacífico suroriental, Chile.

## Taxonomic dental keys for the Chilean taxa of the Superorder Squalomorphi (Chondrichthyes: Elasmobranchii)

**ABSTRACT.** A series of taxonomic dental keys is presented for the Chilean taxa of the Superorder Squalomorphi. External dental characteristics were selected for easier observation, leading to more thorough studies. This allows diagnoses of the different taxa comprising this group of fishes and, moreover, can be extended to studies of fossil teeth.

**Keywords:** taxonomy, tooth morphology, sharks, southeastern Pacific, Chile.

---

Corresponding author: Sylvia Sáez (sylvia.saez@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN

La descripción detallada de la morfología externa, morfométrica y merística de los taxa constituyentes del Superorden Squalomorphi de Chile, desplaza por lo general a las características dentales, dejando a éstas como caracteres secundarios en las diagnosis taxonómicas (Meléndez, 1991; Brito, 2004a, 2004b; Lamilla & Bustamante, 2005; Oñate & Pequeño, 2005; Meléndez *et al.*, 2006), situación inquietante considerando que las características dentales son de gran utilidad para el reconocimiento taxonómico de los tiburones y para inferir diversos aspectos biológicos, así como también para la obtención de datos geográficos, sistemáticos, filogenéticos, geocronológicos y paleogeográficos (Herman *et al.*, 1987, 1988, 1989a, 1989b, 1991, 1993; Purdy *et al.*, 2001; Naylor & Marcus, 2004; Shimada, 2005; Nyberg *et al.*, 2006). Con esta amplia variedad de aplicaciones, llama la atención la escasa relevancia

que se le otorga a los dientes como carácter taxonómico entre los tiburones, considerando además el escaso conocimiento que se tiene de la morfología dental, dificulta aún más su aplicación en ictiopa-leontología, donde es esencial cotejar las piezas dentales fósiles con especies actuales (Sanda & De Magdalena, 2004; Adnet, 2006).

En Chile, es aún más evidente la exclusión de las piezas dentales en los exámenes taxonómicos y se restringen a descripciones breves en las respectivas diagnosis. Es evidente, que el examen de estas estructuras no es fácil sobre todo en especies pequeñas; sin embargo, no se debe olvidar la información que entregan los dientes y sus aplicaciones a diversas áreas de la ictiología. Es por este vacío, que el presente trabajo entrega una serie de claves taxonómicas para el estudio y reconocimiento dentario de los integrantes del superorden Squalomorphi de Chile, de manera tal que este nuevo elemento taxonómico contribuya al estudio integral de

estos peces, siendo además un complemento para las descripciones taxonómicas comunes tratadas en la literatura (Applegate, 1978; Naylor & Marcus, 1994; Cunningham, 2000; Purdy *et al.*, 2001).

El presente trabajo tiene por objetivo principal, emplear los dientes como carácter taxonómico único, alcanzando una diagnosis a nivel de familia, género y especies del Superorden Squalomorphi. Estos resultados serán aplicables a piezas dentales aisladas, fragmentos dentales y dientes asociados con la mandíbula de especies de tiburones actuales y al reconocimiento dental proveniente de hallazgos fósiles.

## MATERIALES Y METODOS

La clave fue elaborada sobre la base de los caracteres diagnósticos señalados en la literatura para el reconocimiento de familias, géneros y especies, considerando los siguientes autores: Garrick, 1954, 1956, 1959a, 1959b, 1959c, 1960a, 1960b, 1960c; Pequeño, 1977, 1979a, 1979b, 1981; Compagno, 1984a, 1984b; Dolganov, 1984; Yano & Tanaka, 1984; Meléndez & Meneses, 1986; Compagno, 1988; Kukuyev & Konovalenko, 1988; Francis *et al.*, 1988; Pequeño, 1989; Pequeño *et al.*, 1990, 1991; Lloris & Rucabado, 1991; Meléndez, 1991; Meléndez & Céspedes, 1996; Pequeño, 1997; Stehmann *et al.*, 1999; Purdy *et al.*, 2001; Kriwet, 2003; Compagno, 2001; Brito, 2004a, 2004b; Rana *et al.*, 2004; Underwood & Mitchell, 2004; Rubio *et al.*, 2005; Meléndez *et al.*, 2006; Marsili, 2007; Adnet & Cappetta, 2008 y, Valenzuela *et al.*, 2008.

Esta clave reúne algunas características dentarias externas, como forma de la corona, presencia o ausencia de aserraduras y cúspides laterales, inclinación de la corona, presencia de pliegues en la corona y forma de la raíz.

Para acceder fácilmente a las claves del Superorden Squalomorphi, ésta se dividió en cuatro partes entregando una información individual para aquellos órdenes más complejos por presentar más de una familia: Hexanchiformes, Lamniformes, Carcharhiniformes y Squaliformes. Previamente a éstas, se presenta una clave de órdenes con las características dentarias generales de estos taxa. En el caso de Orectolobiformes y Squatiniformes, por ser órdenes monotípicos, se realiza una descripción individual en la sección de Resultados.

Para una mayor comprensión, se definen a continuación los términos apron y úvula (Herman *et al.*, 1989a). Además se presenta un esquema con las diferentes partes de la morfología dentaria externa

utilizada en las claves (Figs. 1 a 3). El apron corresponde a la expansión de la parte central externa de la base de la corona (Fig. 2). La úvula corresponde a la extensión a modo de lóbulo, de la parte interna de la base de la corona (Fig. 2).

## RESULTADOS

En Orectolobiformes y Squatiniformes, por tratarse de taxa monotípicos, se presentan sus características dentarias por separado.

### 1. Características dentales del Orden Orectolobiformes

#### a) Aspectos generales de *Rhincodon typus*

Dientes muy pequeños, sin diferenciación marcada en las mandíbulas, con una cúspide medial, sin cúspides laterales y sin lóbulos en la cara labial de la raíz, hileras de dientes extremadamente numerosas (300 dientes aproximadamente en adultos).

#### b) Características de la raíz dental

Raíz bulbosa y más ancha en el lado mesial y distal que la corona, posee un foramen central bien marcado y un surco transversal. Un par de prominentes foraminas laterales localizadas en la cara mesial y distal de la raíz, el área basal está marcada por pequeñas e irregulares aberturas vasculares.

### 2. Características dentales del Orden Squatiniformes

#### a) Aspectos generales de *Rhina armata*

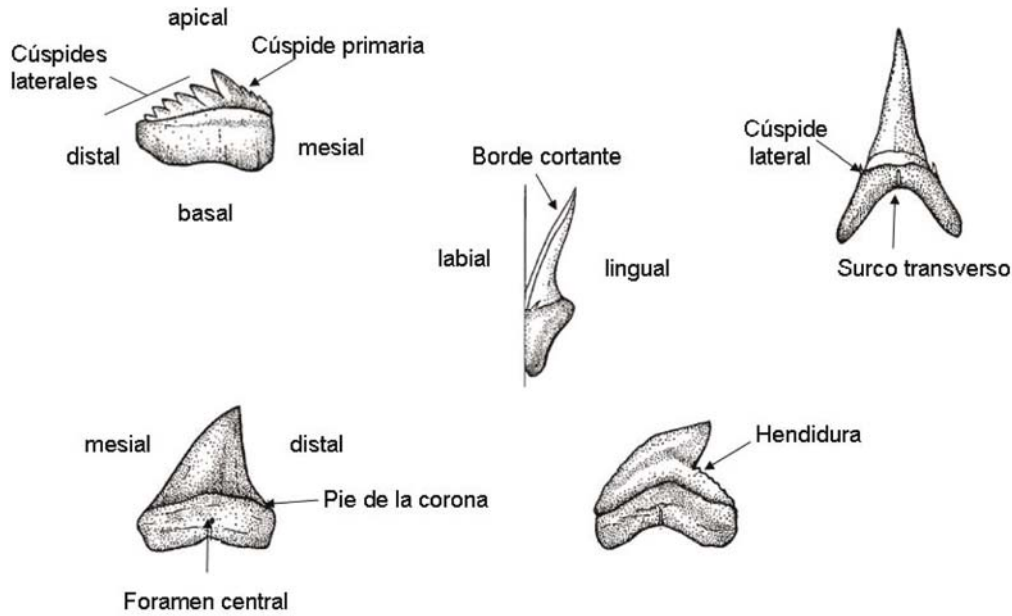
Dientes unicuspidados, triangulares, borde liso no cortante. En la cara labial de la corona el esmalte se extiende basalmente; en la cara lingual, el piso de la corona se extiende en un apron externo dentro de la raíz.

#### b) Características de la raíz dental

Raíz ancha, con forma romboidal más delgada o muy comprimida en vista labial o lingual. En la cara basal, la raíz sobresale lingualmente, más en los dientes inferiores que en los superiores.

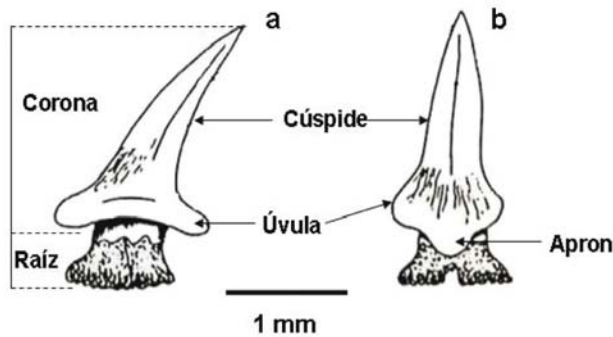
### Clave de órdenes: Caracteres morfológicos asociados al diente aislado, según órdenes de Squalomorphi

- |   |   |
|---|---|
| 1 (2) Con cúspides laterales.....   | 3 |
| 2 (1) Sin cúspides laterales.....   | 9 |
| 3 (4) Con más de cuatro cúspides laterales .....  |   |
| .....Hexanchiformes (Clave 1)   |   |
| 4 (3) Con menos de cuatro cúspides laterales.....   | 5 |
| 5 (6) Sin pliegues en el borde labial del diente y sin una cresta central en el mismo diente..... | 7 |



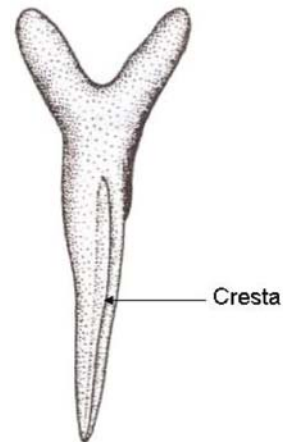
**Figura 1.** Terminología dental usada en las claves (Modificado de Purdy *et al.*, 2001).

**Figure 1.** Dental terminology used in the keys (Modified from Purdy *et al.*, 2001).



**Figura 2.** Terminología dental usada en las claves. a) Vista frontal, b) Vista externa (Modificado de Herman *et al.*, 1994).

**Figure 2.** Dental terminology used in the keys. a) Profile view, b) Outer view (Modified from Herman *et al.*, 1989).



**Figura 3.** Vista frontal del diente sinfisial de *Mollisquama parini* Dolganov, 1984 (Modificado de Dolganov, 1984).

**Figure 3.** Frontal view of symphyseal tooth of *Mollisquama parini* Dolganov, 1984 (Modified from Dolganov, 1984).

- 6 (5) Con o sin pliegues en el borde labial del diente y con o sin una cresta central en el mismo diente.....Squaliformes (Clave 4)
- 7 (8) Dientes grandes, lisos o con aserraduras .....Carcharhiniformes (Clave 3)
- 8 (7) Dientes pequeños a moderadamente grandes, lisos o con aserraduras.....Lamniformes (Clave 2)
- 9 (10) Dientes muy pequeños, con una cúspide en forma de gancho.....Orectolobiformes
- 10 (9) Dientes pequeños, con una cúspide triangular y erecta.....Squatiniiformes

**Clave 1: Orden Hexanchiformes: familias, géneros y especies**

- 1 (2) Dientes superiores unicuspidados y diferentes en ambas mandíbulas. Dientes inferiores en forma de peineta.....Hexanchidae.....3
- 2 (1) Dientes con tres cúspides notorias y un par de cúspides laterales intermedias, similares en ambas mandíbulas. Sin forma de peineta.....Chlamydoselachidae.....*Chlamydoselachus anguineus*

- 3 (4) En dientes superiores, borde mesial de la cúspide principal aserrada, raíz alta.....5
- 4 (3) En dientes superiores, borde mesial de la cúspide principal con uno o más denticulos, raíz baja. Dientes inferiores con una cúspide principal. Corona muy larga, cúspide oblicua.....*Heptanchias perlo*
- 5 (6) Dientes inferiores muy anchos y comprimidos, en forma de sierra, con una serie de cúspides laterales grandes y una cúspide corta a elongada. Corona alta y levemente oblicua.....*Hexanchus griseus*
- 6 (5) Dientes inferiores altos y cortos, sin forma de sierra, una cúspide baja y tres a cuatro cúspides curvadas laterales. Corona con cúspide larga, erecta o levemente oblicua.....*Notorhynchus cepedianus*

**Clave 2: Orden Lamniformes: familias, géneros y especies**

- 1 (2) Dientes con o sin aserraduras, con o sin cúspides laterales.....Lamnidae.....9
- 2 (1) Dientes sin aserraduras, sin cúspides laterales...3
- 3 (4) Dientes grandes a moderadamente grandes.....5
- 4 (3) Dientes pequeños en forma de gancho, numerosos, sin forma de hoja, cúspide casi reclinada. En cara mesial y distal de la raíz, tres canales laterales se abren al interior en una depresión.....*Cetorhinidae*.....*Cetorhinus maximus*
- 5 (6) Dientes moderadamente grandes, con o sin aserraduras y en forma de hoja, sin cúspides laterales.....Alopiidae.....7
- 6 (5) Dientes grandes, sin aserraduras y sin cúspides laterales.....Pseudocarchariidae  
- Dientes unicuspidiados, delgados y prominentes. Dientes superiores con raíz larga, en forma de "U", dientes inferiores con raíz pronunciada, cúspide termina en punta.....*Pseudocarcharias kamoharai*
- 7 (8) Corona elongada, con una callosidad basal suave sobre su cara lingual. Un leve surco transverso en la cara lingual de la raíz. Tercer diente superior similar a los otros dientes .....*Alopias superciliosus*
- 8 (7) Corona ancha, con bordes cortantes y una callosidad redondeada la callosidad es redondeada o la cara labial es redondeada? en la cara labial. Tercer diente superior pequeño y recto.....*Alopias vulpinus*
- 9 (10) Dientes aplanados, cúspide no inclinada, triangular, base ancha, bordes laterales aserrados, sin cúspides laterales en su base..*Carcharodon carcharias*
- 10 (9) Dientes no aplanados, cúspides más o menos inclinadas, sin aserraduras, con o sin cúspides laterales.....11
- 11 (12) Con cúspides laterales. Dientes delgados, curvados, base estrecha, bordes laterales lisos, cúspides no aserradas.....*Lamna nasus*

- 12 (11) Sin cúspides laterales. Dientes altos, delgados, lisos, unicuspidiados.....*Isurus*.....13
- 13 (14) Cúspides de los dientes superiores anteriores, con bordes cortantes incompletos; extremos de los dientes curvados, cúspides estrechas y oblicuas .....*Isurus oxyrinchus*
- 14 (13) Cúspides de los dientes superiores anteriores, con bordes cortantes completos; extremos de los dientes no curvados, cúspides anchas y menos oblicuas.....*Isurus paucus*

**Clave 3: Orden Carcharhiniformes: familias, géneros y especies**

- 1 (2) Dientes sin aserraduras.....3
- 2 (1) Dientes con aserraduras.....5
- 3 (4) Sin cúspides laterales.....*Scyliorhinidae*.....15
- 4 (3) Con cúspides laterales o cúspides laterales bajas o poco desarrolladas.....*Triakidae*.....11
- 5 (6) Dientes pequeños a moderadamente grandes y débilmente diferenciados en ambas mandíbulas .....*Sphyrnidae*.....23
- 6 (5) Dientes pequeños a grandes y variablemente diferenciados en ambas mandíbulas...*Carcharhinidae*.....7
- 7 (8) Dientes superiores con cúspide ancha, triangular, curvada a oblicua, sin cúspides laterales (excepto en ejemplares juveniles). Dientes inferiores con cúspides delgadas, inclinadas, sin cúspides laterales, aserraduras variables.....*Prionace glauca*
- 8 (7) Dientes superiores con cúspides anchas a estrecha, más o menos erectas sin cúspides laterales. Dientes inferiores con cúspides oblicuas a erectas, sin cúspides laterales y con aserraduras.....*Carcharhinus*.....9
- 9 (10) Dientes superiores con cúspides erectas a levemente oblicuas y anchas. Dientes inferiores con cúspides moderadamente anchas, erectas. Raíz transversal o levemente arqueada.....*Carcharhinus galapagensis*
- 10 (9) Dientes superiores con cúspides semierectas a oblicuas, alta y estrecha. Dientes inferiores con cúspides estrechas, semierectas. Raíz transversal .....*Carcharhinus brachyurus*
- 11 (12) Dientes con cúspides oblicuas o en pavimento.....13
- 12 (11) Dientes con cúspide erecta con cúspides laterales bajas o ausentes en la mayoría de los dientes, dientes semimolariformes, sin forma de hoja.....*Triakis maculata*
- 13 (14) Dientes en forma de pavimento, similares en ambas mandíbulas, cuspidados y con cúspides

- laterales de desarrollo variable, usualmente obsoletas o ausentes.....*Mustelus*.....29
- 14 (13) Dientes comprimidos, en forma de hoja, comprimidos y cuspidados, similares en ambas mandíbulas: con cúspides oblicuas y distales .....  
.....*Galeorhinus galeus*
- 15 (16) Presencia de pliegues en la cara labial del diente.....*Bythaelurus, Apristurus*.....21
- 16 (15) Ausencia de pliegues en la cara labial del diente.....*Cephaloscyllium, Cephalurus, Schroederichthys*.....17
- 17 (18) Con cúspide principal y una o dos laterales.....*Cephalurus, Schroederichthys*.....19
- 18 (17) Con dos o tres cúspides laterales .....  
.....*Cephaloscyllium ventriosum*
- 19 (20) Dientes similares en ambas mandíbulas, dientes anteriores con cúspide principal erecta.....  
.....*Schroederichthys*.....25
- 20 (19) Dientes anteriores superiores, con cúspide erecta, inferiores con cúspide más o menos inclinada.....*Cephalurus cephalus*
- 21 (22) Dientes anteriores con cúspide principal erecta.....*Apristurus*.....27
- 22 (21) Dientes con cúspide principal levemente curvada.....*Bythaelurus canescens*
- 23 (24) Dientes con cúspides moderadamente ancha .....  
.....*Sphyrna lewini*
- 24 (23) Dientes con cúspides muy anchas .....  
.....*Sphyrna zygaena*
- 25 (26) Con una o más cúspides laterales .....  
.....*Schroederichthys bivius*
- 26 (25) Con una sola cúspide lateral .....  
.....*Schroederichthys chilensis*
- 27 (28) Bandas dentales levemente expandidas .....  
.....*Apristurus bruneus*
- 28 (27) Bandas dentales no expandidas .....  
.....*Apristurus nasutus*
- 29 (30) Dientes molariformes y asimétricos, sin cúspides laterales y corona ampliamente redondeada .....  
.....*Mustelus mento*
- 30 (29) Dientes fuertemente cuspidados y asimétricos, con cúspides laterales bajas (ocasionalmente) .....  
.....*Mustelus whitneyi*
- 2 (1) Dientes con cúspides no inclinadas en ambas mandíbulas.....*Dalatiidae*.....9
- 3 (4) Dientes similares en ambas mandíbulas.....  
.....5
- 4 (3) Dientes diferentes en ambas mandíbulas. Los superiores relativamente anchos, en forma de hoja, imbricados. Los inferiores bajos y anchos .....  
.....*Centrophoridae*.....7
- 5 (6) Dientes con una cúspide principal y tres laterales (en adultos, ausentes), dientes fuertemente comprimidos descansando en una base subrectangular, con 1-2 cúspides laterales, agudas y de bordes suaves .....  
.....*Echinorhinidae*.....*Echinorhinus cookei*
- 6 (5) Dientes con una cúspide oblicua, inferiores no muy alargados, sin cúspides laterales .....  
.....*Squalidae*.....29
- 7 (8) Dientes superiores erectos con cúspide que descansa sobre una base cuadrangular; dientes inferiores reclinados, cúspide reclinada sobre una base subcuadrangular con hendidura lateral .....  
.....*Deania calcea*
- 8 (7) Dientes superiores erectos con cúspide que descansa sobre una base cuadrangular a rectangular; dientes inferiores con cúspides oblicuas que descansan sobre una base cuadrangular, hendidura profunda lateral.....*Centrophorus squamosus*
- 9 (10) Dientes con una cresta a lo largo del centro (Fig. 3).....*Mollisquama parini*
- 10 (9) Dientes sin una cresta a lo largo del centro .....11
- 11 (12) Con cúspides laterales prominentes .....13
- 12 (11) Sin cúspides laterales .....19
- 13 (14) Con pliegues en el borde labial del diente .....  
.....*Centroscyllium*
- 14 (13) Sin pliegues en el borde labial del diente .....15
- 15 (16) Dientes muy similares en ambas mandíbulas. Cúspides laterales pequeñas, corona alta, base raíz en forma de "U".....*Aculeola nigra*
- 16 (15) Dientes diferentes en ambas mandíbulas. Cúspides laterales prominentes, corona alta, base raíz sin forma de "U" .....17
- 17 (18) Dientes superiores muy delgados con cúspides agudas y sin cúspides laterales.....  
.....*Centroscymnus*.....33
- 18 (17) Dientes superiores pequeños, con cúspide estrecha, erecta y con cúspides laterales .....  
.....*Etmopterus*.....31
- 19 (20) Base corona arqueada, cúspide triangular, no inclinada.....21
- Clave 4: Orden Squaliformes: familias, géneros y especies**
- 1 (2) Dientes con cúspides inclinadas en ambas mandíbulas.....3

20 (19) Base corona no arqueada, cúspide casi triangular e inclinada.....	23
21 (22) Cúspides de los dientes inferiores cubren completamente el piso de la corona.....	
..... <i>Isistius brasiliensis</i>	
22 (21) Cúspides de los dientes inferiores cubren parte del piso de la corona.....	<i>Euprotomicrus bispinatus</i>
23 (24) Cúspide no forma una hendidura lateral.....	<i>Scymnodon squamulosus</i>
24 (23) Cúspide forma una hendidura lateral.....	25
25 (26) Dientes inferiores con bordes suaves o débilmente aserrados.....	<i>Heteroscymnoides marleyi</i>
26 (25) Dientes inferiores sin bordes aserrados.....	27
27 (28) Dientes inferiores con cúspides altas y erectas.....	<i>Scymnodalatias oligodon</i>
28 (27) Dientes inferiores con cúspides bajas y oblicuas.....	<i>Somniosus pacificus</i>
29 (30) Dientes inferiores notablemente más grandes que los superiores.....	<i>Squalus acanthias</i>
30 (29) Dientes inferiores levemente más grandes que los superiores.....	<i>Squalus blainville</i> , <i>S. mitsukurii</i>
31 (32) Dientes con menos de tres cúspides laterales.....	<i>Etmopterus granulosus</i> , <i>E. unicolor</i> , <i>E. villosus</i> .
32 (31) Dientes con una a tres cúspides laterales.....	..... <i>Etmopterus litvinovi</i> , <i>E. pycnolepis</i> , <i>E. brachyurops</i>
33 (34) Dientes inferiores con raíz ancha.....	..... <i>Centroscymnus macracanthus</i>
34 (33) Dientes inferiores con raíz angosta.....	35
35 (36) Dientes inferiores con cúspide recta.....	..... <i>Centroscymnus crepidater</i>
36 (35) Dientes inferiores con cúspides oblicuas.....	..... <i>Centroscymnus owstoni</i>

### Características dentarias no presentadas en las claves

Debido a la desigualdad de información respecto a las características dentarias de los tiburones, en la mayoría de las especies y géneros tratados en este trabajo, ciertos caracteres quedaron excluidos de las claves, por lo tanto es importante mencionarlos a continuación, como complemento a las claves respectivas.

#### Clave 1. Hexanchiformes:

- *Chamydoselachus anguineus*: raíz dental perpendicular a las cúspides. Cara labial de la raíz corta con una depresión basal mesial bien desarrollada. Cara basal de la raíz es ancha, aplanada y labiolingualmente elongada con dos lóbulos, que aportan una interconexión transversal con la depresión labial mesial de la raíz del diente.

- *Heptranchias perlo*: borde mesial de la cúspide principal con uno o más denticulos, cúspide lateral distal a la cúspide principal más corta que las cúspides laterales más distales. Raíz cuadrada en vista labial, diente sinfisial inferior el borde mesial y apical forman un ángulo recto.

#### Clave 2. Lamniformes:

- *Cetorhinus maximus*: en la cara mesial y distal de la raíz, tres canales laterales se abren al interior en una depresión. La raíz forma un pedestal para la corona. En vista basal es triangular, lingualmente el foramen central aparece en un surco transversal poco profundo que bisecta esta cara.
- *Alopias*: raíz lobulada, no masiva, margen basal ampliamente arqueado. Lóbulos de la raíz redondeados, extendiéndose más allá del límite basal de la corona.
- *Carcharodon carcharias*: raíz no sobresale lingualmente en la línea media del diente, cara labial de la raíz sin canal. Margen basal del esmalte de la cara lingual es arqueado a recto en dientes pequeños y puede ser fuertemente arqueado en especímenes más grandes.
- *Lamna nasus*: primer diente anterior, el lóbulo de la raíz forma un ángulo de 90°. Cúspide lateral reducida y lóbulo de la raíz no muy lobulada.
- *Isurus oxyrinchus*: raíz no masiva, cara lingual suave. Lóbulo de la raíz, no redondeado y no se extiende más allá del límite basal de la corona.
- *Apristurus*: raíz alta, en cara lingual de los lóbulos de la raíz con 3-4 forámenes.

#### Clave 3. Carcharhiniformes:

- *Prionace*: margen basal de la raíz derecha a subangular, surco transversal bien desarrollado. Borde cortante de la corona de los dientes inferiores no se extiende a la base.
- *Carcharhinus*: raíz no masiva, foramen central en un surco transversal profundo, cara lingual convexa.
- *Triakis maculata*: raíz delgada, los lóbulos con cara basal aplanada y separados por un ancho surco.
- *Galeorhinus galeus*: dientes en forma de hoja, comprimidos y cuspidados similares en ambas mandíbulas. Dientes anteroposteriores, con cúspide oblicua y cúspides laterales, raíz bilobulada.

**Clave 4.** Squaliformes:

- *Echinorhinus cookei*: número desigual de cúspides laterales a cada lado de la corona. Porción principal de la corona reclinada. Bordes cortantes suaves.
- *Squalus*: el piso de la corona se extiende basalmente para formar un proceso prominente con una depresión profunda central, en forma de "V". En ambos lados de este proceso, la foramina de la raíz se abre hacia el interior de la depresión. El margen basal de la raíz, forma una cresta que es bisectada por un surco transverso.
- *Etmopterus*: dientes con úvula y apron que cubren la región superior de la raíz. Raíz rectangular e incompleta. Cara lingual de la raíz, aplanada, con una profunda depresión distal.
- *Isistius brasiliensis*: cara lingual de la raíz con foramen central y un surco superficial.

**DISCUSION**

Las características morfológicas dentales externas de los tiburones han sido analizadas por diversos autores, principalmente para informar hallazgos paleontológicos en diversas partes del mundo (Naylor & Marcus, 1994; Purdy *et al.*, 2001; Rana *et al.*, 2004; Sanda & De Magdalena, 2004), destacándose Hexanchiformes, Carcharhiniformes y Lamniformes como los taxa más frecuentes en dichos hallazgos y donde el descubrimiento de piezas dentales ha aportado importantes avances en la sistemática de los integrantes de éstos taxa (Naylor & Marcus, 1994; Shimada, 2005; Nyberg *et al.*, 2006; Adnet & Cappetta, 2008). De esta manera, cuando existe un número importante de piezas dentales de una misma localidad, es posible reconstruir (previa diagnosis y asignación a un género o especie, utilizando como modelo una especie actual) la disposición de los dientes de la mandíbula, lo que permite analizar variaciones ontogenéticas que conduzcan a importantes conclusiones filogenéticas (Applegate, 1978; Cunningham, 2000). En este sentido, el presente trabajo también se puede considerar como una compilación de datos dentarios en diferentes taxa del superorden Squalomorphi de Chile, lo que ahora se podrá evaluar mejor en la eventualidad de su uso para nuevos estudios filogenéticos.

En el caso de los taxa vivos, desafortunadamente los dientes no son considerados como caracteres primarios en la mayoría de las descripciones taxonómicas, quizás por lo complejo que resulta observar estas estructuras. Pese a esta dificultad, las

características dentales constituyen una gran ayuda en la diagnosis taxonómica haciéndola más detallada y acabada (Shimada, 2002, 2005). En los tiburones hexánquidos actuales, por ejemplo, ciertas estructuras y mediciones dentarias específicas del género *Hexanchus* han permitido obtener análisis biométricos, que permiten separar dos especies actuales como son *Hexanchus griseus* y *H. nakamurai*, mediante la revisión de los registros fósiles dentales de sus parientes (*H. agassizi*, *H. collinsonae*, *H. hookeri*, *H. microdon*) (Adnet, 2006).

Un aspecto muy importante en el estudio dental, son las variaciones que presenta la dentición en el transcurso del desarrollo del individuo (ontogenia) (Naylor & Marcus, 2004; Shimada, 2002). Así por ejemplo, las cúspides laterales pueden estar ausentes en juveniles y presentes en adultos como ocurre en *Lamna* y *Echinorhinus* o viceversa, en el caso de *Carcharodon* y *Alopias*. Otras estructuras como las aserraduras, pueden estar presentes en adultos y ausentes en juveniles como *Hexanchus*, *Carcharodon* y *Sphyrna*. También puede haber variación en la cantidad de cúspides laterales distales, las cuales pueden aumentar con la edad, como ocurre en *Galeorhinus* y *Hexanchus* o puede ocurrir una pérdida (en *Prionace*), o un aumento de algunas o todas las aserraduras del diente como en algunas especies de *Carcharhinus* (Compagno, 1984a). Algo similar ocurre en *Bythaelurus bivius* (Müller & Henle, 1841), donde los ejemplares inmaduros de machos y hembras poseen una dentadura tricuspíada; sin embargo, al alcanzar la madurez sexual en machos, esta dentición sufre una reducción de las cúspides transformándose en unicuspidados, mientras que las hembras mantienen las tres cúspides (Gosztonyi, 1973).

Además de estas variaciones, con la madurez sexual en ciertas especies surgen transformaciones dentales, lo que se manifiesta en un dimorfismo sexual dentario como en *Alopias superciliosus* y *A. vulpinus*, donde las hembras poseen dientes más anchos que los machos (Gruber & Compagno, 1981; Filiz & Taskavak, 2006).

Otro aspecto muy importante en el estudio dental, son las anormalidades o patologías que pueden aparecer esporádicamente en las especies fósiles y actuales como es el caso de *Hexanchus griseus* (Hexanchidae), *Sphyrna zygaena* (Sphyrnidae), *Galeorhinus zyopterus* (Triakidae), *Somniosus pacificus* (Dalatiidae) (Gudger, 1937; Compagno, 1967; Shimada, 2002, 2005; Adnet & Cappetta, 2008). Dichas anormalidades, van desde una variante en la morfología de un diente aislado (coronas plegadas o asimétricas), hasta una alteración importante en número y forma de una hilera completa de dientes en

la mandíbula (Gudger, 1937; Compagno, 1967; Becker *et al.*, 2000). Estas malformaciones dentales, se deben a alteraciones durante la formación del diente en el interior del epitelio dental o a efectos mecánicos producto de la mordida (Compagno, 1967; Becker *et al.*, 2000), variantes que deben ser consideradas para evitar diagnosis erróneas.

Con estas claves es posible reconocer dientes aislados o asociados a la mandíbula, facilitando así su posterior almacenamiento, catalogación y depósito en colecciones y museos. Al respecto, es común encontrar reportes de colecciones donde la clasificación es incorrecta u obsoleta, por ello al contar con una herramienta taxonómica como la aquí presentada, se está contribuyendo a tener una muestra mejor diagnosticada, agregando valor al material para futuros estudios (Sanda & De Magdalena, 2004). Sin embargo, la falta de información acerca de este carácter es una de las principales complicaciones en la elaboración de este tipo de claves, dificultando la selección de caracteres dentales entre taxa, ya que no todos poseen la misma cantidad de información, tal vez porque sólo algunas especies han alcanzado mayor relevancia, destacándose más en los reportes de pesquerías y hallazgos paleontológicos (Pequeño & Lamilla, 1997; Valenzuela *et al.*, 2008).

Así, los caracteres dentales constituyen una gran ayuda para aclarar y profundizar diversos aspectos de los tiburones, sin embargo, para poder aplicarlos a los problemas paleontológicos, se debe tener claridad respecto de la morfología dentaria de las especies actuales y así, poder cotejar con seguridad las características entre unos y otros, para que no exista errores. De esta manera, al tener claridad sobre dicha morfología, ello nos ayudará a comprender la importancia que tiene el considerar a los dientes como carácter diagnóstico, fortaleciendo aquellos comúnmente considerados en las descripciones taxonómicas, siendo además un valioso material en diversos aspectos taxonómicos y sistemáticos de los tiburones actuales y fósiles.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores Agradecen la colaboración de León Matamala M. (Instituto de Zoología, Universidad Austral de Chile), así como al Sr. Renzo Tasheri y su equipo de trabajo (Instituto de Fomento Pesquero, Chile) por facilitar peces de aguas profundas. Estos son resultados parciales del Proyecto DID-S-2005-03 de la Dirección de Investigación y Desarrollo, Universidad Austral de Chile (UACH) y CIMAR-3-Islands Oceánicas, entre el Comité Oceanográfico Nacional (CONA) y la Universidad Austral de Chile.

#### REFERENCIAS

- Adnet, S. 2006. Biometric analysis of the teeth of fossil and recent hexanchid sharks and its taxonomic implication. *Acta Palaeontol. Pol.*, 51(3): 477-488.
- Adnet, S. & H. Cappetta. 2008. New fossil triakid sharks from the early Eocene of Prémontré, France, and comments on fossil record of the family. *Acta Paleontol. Pol.*, 53(3): 433-448.
- Applegate, S.P. 1978. Phyletic studies; Part I; Tiger sharks. *Univ. Nac. Autón. México, Inst. Geol.*, 2(1): 55-64.
- Becker, M.A., J.A. Chamberlain, Jr. & P.W. Stoffer. 2000. Pathologic tooth deformities in modern and fósil chondrichthyans: a consequence of feeding-related injury. *Lethaia*, 33(2): 103-118.
- Brito, J.L. 2004a. Hallazgo de *Sommiosus pacificus* Bigelow & Schroeder, 1944 (Squaliformes: Squalidae) en San Antonio, Chile central. *Invest. Mar., Valparaíso*, 32(2): 137-139.
- Brito, J.L. 2004b. Presencia del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Carchariniformes: Sphyrnidae) y nuevo registro del tiburón espinado *Echinorhinus cookei* (Squaliformes: Squalidae) en San Antonio, Chile central. *Invest. Mar., Valparaíso*, 32(2): 141-144.
- Compagno L.J.V. 1967. Tooth pattern reversal in three species of sharks. *Copeia*, 1967: 242-244.
- Compagno, L.J.V. 1984a. FAO Species Catalogue. Part 1. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Hexanchiformes to Lamniformes. FAO Fish. Synop., (125) 4(1): 1-249.
- Compagno, L.J.V. 1984b. FAO Species Catalogue. Part 2. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Carcharhiniformes. FAO Fish. Synop., (125) 4(2): 251-655.
- Compagno, L.J.V. 1988. Sharks of the order Carcharhiniformes. Princeton University Press, New York, 486 pp.
- Compagno, L.J.V. 2001. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, 1(2): 1-269.
- Cunningham, S.B. 2000. A comparison of isolated teeth of early Eocene *Striatolamia macrota* (Chondrichthyes, Lamniformes), with those of a Recent sand shark, *Carcharias taurus*. *Tertiary Res.*, 20(1-4): 17-31.
- Dolganov, V.N. 1984. A new shark from the family Squalidae caught on the Naska submarine ridge. *Zool. Zh.*, 63(10): 1589-1591.



- Filiz, H. & E. Taşkavak. 2006. Sexual dimorphism in the head, mouth, and body morphology of the smallspotted catshark, *Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758) (Chondrichthyes: Scyliorhinidae) from Turkey. *Acta Adriat.*, 47(1): 37-47.
- Francis, M., J.D. Stevens & P.R. Last. 1988. New records of *Somniosus* (Elasmobranchii: Squalidae) from Australasia, with comments on the taxonomy of the genus. *N.Z. J. Mar. Freshw. Res.*, 22: 401-409.
- Garrick, J.A.F. 1954. Studies on New Zealand Elasmobranchii. Part 3. A new species of Triakis (Selachii) from New Zealand. *Trans. Roy. Soc. N.Z.*, 82(3): 695-702.
- Garrick, J.A.F. 1956. Studies on New Zealand Elasmobranchii. Part 5. *Scymnodalarias* new genus, based on *Scymnodon sherwoodi* Archey, 1921 (Selachii). *Trans. Roy. Soc. N.Z.*, 83(3): 555-571.
- Garrick, J.A.F. 1959a. Studies on New Zealand Elasmobranchii. Part 7. The identity of specimens of *Centrophorus* from New Zealand. *Trans. Roy. Soc. N.Z.*, 86(1-2): 127-141.
- Garrick, J.A.F. 1959b. Studies on New Zealand Elasmobranchii. Part 8. Two northern hemisphere species of *Centroscymnus* in New Zealand waters. *Trans. Roy. Soc. N.Z.*, 87(1-2): 75-89.
- Garrick, J.A.F. 1959c. Studies on New Zealand Elasmobranchii. Part 9. *Scymnodon plunketi* an abundant deep-water shark of New Zealand waters. *Trans. Roy. Soc. N.Z.*, 87(3-4): 271-282.
- Garrick, J.A.F. 1960a. Studies on New Zealand Elasmobranchii. Part 10. The genus *Echinorhinus*, with an account of a second species *E. cookei* Pietchmann, 1928. *Trans. Roy. Soc. N.Z.*, 88(1): 105-117.
- Garrick, J.A.F. 1960b. Studies on New Zealand Elasmobranchii. Part 11. Squaloids of the genera *Deania*, *Etmopterus*, *Oxynotus*, and *Dalatis* in New Zealand waters. *Trans. Roy. Soc. N.Z.*, 88(3): 489-517.
- Garrick, J.A.F. 1960c. Studies on New Zealand Elasmobranchii. Part 12. The species of *Squalus* from New Zealand and Australia, and a general account and key to the New Zealand Squaloidea. *Trans. Roy. Soc. N.Z.*, 88(3): 519-557.
- Gudger, E.W. 1937. Abnormal dentition in sharks, Selachii. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 73: 249-280.
- Gosztonyi, A.E. 1973. Sobre el dimorfismo sexual secundario en *Halaelurus bivius* (Müller & Henle, 1841) Garman, 1913 (Elasmobranchii, Scyliorhinidae). *Physis, Secc. A*, 32(85): 317-323.
- Gruber, S.H. & L.J.V. Compagno. 1981. The taxonomic status and biology of the bigeye thresher, *Alopias superciliosus*. *U.S. Fish. Bull.*, 79: 617-640.
- Herman, J., M. Hovestadt-Euler & D.C. Hovestadt. 1988. Part A: Selachii. No. 2a: Order: Carcharhiniformes - Family: Triakidae. *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., Biol.*, 58: 99-126.
- Herman, J., M. Hovestadt-Euler & D.C. Hovestadt. 1989a. Part A: Selachii. No. 3: Order Squaliformes Families: Echinorhinidae, Oxynotidae and Squalidae. *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., (Biol.)*, 59:101-157.
- Herman, J., M. Hovestadt-Euler & D.C. Hovestadt. 1991. Part A: Selachii. N° 2c: Order: Carcharhiniformes Families: Proscylliidae, Hemigaleidae, Pseudotriakidae, Leptochariidae and Carcharhinidae. *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., Biol.*, 61: 73-120.
- Herman, J., M. Hovestadt-Euler & D.C. Hovestadt. 1993. Part A: Selachii. No 1b: Order Hexanchiformes-Family: Chlamydoselachidae; N°5: Order Heterodontiformes-Family Heterodontidae; N°6: Order Lamniformes-Families Cetorhinidae, Megachasmidae; Addendum 1 to No 3: Order Squaliformes; Addendum 1 to N°4: Order Orectolobiformes; General Glossary; Summary Part A. *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., Biol.*, 63: 185-256.
- Herman, J., M. Hovestadt-Euler, D.C. Hovestadt & M. Stehmann. 1994. Part B: Batomorphii No.1a: Order Rajiformes-Suborder Rajoidei-Family: Rajidae-Genera and Subgenera: Anacanthobatis (Schroederobatis), Anacanthobatis (Springeria), Breviraja, Dactylobatus, Gurgesiella (Gurgesiella), Gurgesiella (Fenestraja), Malacoraja, Neoraja and Pavoraja. En: M. Stehmann (ed.). Contributions to the study of the comparative morphology of teeth and other relevant ichthyodolulites in living supraespecific taxa of Chondrichthyan fishes. *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., Biol.*, 64: 165-207.
- Herman, J., M. Hovestadt-Euler, D.C. Hovestadt & M. Stehmann. 1987. Contributions to the study of comparative morphology of teeth and other relevant ichthyodolulites in living supraespecific taxa of Chondrichthyan fishes. Part A: Selachii N° 1: Order: Hexanchiformes Family: Hexanchidae. *Commisural Teeth. Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., Biol.*, 57: 41-56.
- Herman, J., M. Hovestadt-Euler, D.C. Hovestadt & M. Stehmann. 1989b. Odontology. Additional character complex for interpreting phylogenetic interrelationships and systematics of living Chondrichthyes. Third Indo Pacific Fish Conference, New Zealand, 6 pp.
- Kriwet, J. 2003. Neoselachian remains (Chondrichthyes, Elasmobranchii) from the Middle Jurassic of SW Germany and NW Poland. *Acta Paleontol. Pol.*, 48(4): 583-594.

- Kukuyev, E.I. & I.I. Konovalenko. 1988. Two new species of sharks of the genus *Scymnodalatiya* (Dalatiidae) from the North Atlantic and Southeastern Pacific oceans. *J. Ichthyol.*, 28(1): 122-126.
- Lamilla, J. & C. Bustamante. 2005. Guía para el reconocimiento de: tiburones, rayas y quimeras de Chile. *Oceana*, 18: 1-77.
- Lloris, D. & J. Rucabado. 1991. Ictiofauna del canal Beagle (Tierra del Fuego), aspectos ecológicos y análisis biogeográfico. *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.*, 8: 1-182.
- Marsili, S. 2007. A new bathyal shark fauna from the Pleistocene sediments of Fiumefredo (Sicily, Italy). *Geodiversitas*, 29(2): 229-247.
- Meléndez, R. 1991. *Zameus squamulosus* (Günther, 1877) en Chile (Chondrichthyes, Squaliformes, Squalidae). *Invest. Pesq., Chile*, 36: 89-95.
- Meléndez, R. & R. Céspedes. 1996. *Centrophorus squamosus* (Bonnaterre, 1788) en aguas del golfo de Ancud. Primer registro para Chile (Elasmobranchii: Squaliformes: Squalidae). *Estud. Oceanol., Antofagasta*, 15: 35-37.
- Meléndez, R. & D. Meneses. 1986. Tiburones del talud continental entre Arica (18°25'S) e Isla Mocha (38°15'S). *Invest. Mar., Valparaíso*, 17: 3-73.
- Meléndez, R., S. López & E. Yáñez. 2006. Nuevos antecedentes de *Pseudocarcharias kamoharui* (Matsubara, 1936) (Chondrichthyes: Lamniformes: Pseudocarchariidae), frente al norte de Chile. *Invest. Mar., Valparaíso*, 34(2): 223-226.
- Naylor, G. & I. Marcus. 2004. Identifying isolated shark teeth of the genus *Carcharhinus* to species: relevant for tracking phyletic change through the fossil record. *Am. Mus. Nov.*, 3109: 1-53.
- Nyberg, K.G., Ch.N. Ciampaglio & G.A. Wray. 2006. Tracing the ancestry of the great white shark, *Carcharodon carcharias*, using morphometric analyses of fossil teeth. *J. Vertebr. Paleontol.*, 26(4): 806-814.
- Oñate, J. & G. Pequeño. 2005. *Etmopterus brachyurus* Smith & Radcliffe, 1912 (Chondrichthyes, Dalatiidae): primer registro en aguas del Pacífico oriental. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr., Valparaíso*, 40(1): 67-70.
- Pequeño, G. 1977. El género *Galeorhinus* en Chile (Elasmobranchii: Triakidae). *Rev. Biol. Mar., Valparaíso*, 16(2): 183-188.
- Pequeño G. 1979a. El género *Notorhynchus* en Chile (Elasmobranchii). *Rev. Biol. Mar., Valparaíso*, 16(3): 257-264.
- Pequeño, G. 1979b. Nota sobre un ejemplar de *Cetorhinus maximus* (Gunnerus, 1765) capturado frente a Corral, Chile. *Neotropica*, 25(73): 1-6.
- Pequeño, G. 1981. Comentarios sobre *Apristurus nasutus* De Buen, 1959 (Elasmobranchii: Scyliorhinidae), en base a un nuevo registro. *Bol. Soc. Biol. Concepción*, 52: 129-133.
- Pequeño, G. 1989. Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. *Rev. Biol. Mar., Valparaíso*, 24(2): 1-132.
- Pequeño, G. 1997. Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada: *Addendum*. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr., Valparaíso*, 32(2): 77-94.
- Pequeño, G. & J. Lamilla. 1997. Las pesquerías de condriactos en Chile: primer análisis. *Biol. Pesq., (Chile)*, 26: 13-24.
- Pequeño, G., J. Lamilla & A. Crovetto. 1991. Captura de *Somniosus cf. pacificus* Bigelow y Schroeder, 1944, frente a Valdivia, Chile, con notas sobre su contenido gástrico (Chondrichthyes, Squalidae). *Estud. Oceanol., Antofagasta*, 10: 117-122.
- Pequeño, G., J. Rucabado & D. Lloris. 1990. Tiburones comunes a las costas de Chile, California-Oregon y Namibia Sud-Africa. *Rev. Biol. Mar., Valparaíso*, 25(1): 65-80.
- Purdy, R.W., V.P. Schneider, S.P. Applegate, J.H. McClellan, R.L. Meyer & B.H. Slaughter. 2001. The Neogene sharks, rays, and bony fishes from the Lee Creek Mine, Aurora, North Carolina. En: C.E. Ray & D.J. Bohaska (eds.). *Geology and Paleontology of the Lee Creek Mine, North Carolina, III. Smithson. Contr. Paleobiol.*, 90: 71-202.
- Rana, R.S., K. Kumar & H. Singh. 2004. Vertebrate fauna from the subsurface Cambay Shale (Lower Eocene), Vastan Lignite Mine, Gujarat, India. *Curr. Sci.*, 87(12): 1726-1733.
- Rubio, E., M.J. Pedraza & L.A. Zapata. 2005. Primer registro del tiburón perro *Centroscyllium nigrum* (Chondrichthyes: Squalidae) en aguas del Pacífico. *Gayana*, 69(1): 113-117.
- Sanda, R. & A. De Magdalena. 2004. Collection of the sharks of the National Museum in Prague-Part 2. Skeletal preservacions. *Časopis Národního muzea, řada přírodovědná J. Nat. Mus., Nat. Hist. Ser.*, 173(1-4): 51-58.
- Shimada, K. 2002. Teeth of embryos in lamniform sharks (Chondrichthyes: Elasmobranchii). *Environ. Biol. Fish.*, 63: 309-319.
- Shimada, K. 2005. Phylogeny of lamniform sharks (Chondrichthyes: Elasmobranchii) and the contribution of dental characters to lamniform systematics. *Paleontol. Res.*, 9(1): 55-72.

- Stehmann, M., E.I. Kukuyev & I.I. Konovalenko. 1999. Three new adult records of the oceanic longnose pygmy shark, *Heterosmynoides marleyi*, from the Southeastern Atlantic and Southeastern Pacific (Chondrichthyes, Squaliformes, Squalidae). *J. Ichthyol.*, 39(8): 606-615.
- Underwood, C. & S.F. Mitchell. 2004. Sharks, bony fishes and endodontal borings from the Miocene Montpelier formation (white limestone group) of Jamaica. *Cainozoic Res.*, 3: 157-165.
- Valenzuela, A., C. Bustamante & J. Lamilla. 2008. Morphological characteristics of five bycatch sharks caught by southern Chilean demersal longline fisheries. *Sci. Mar.*, 72(2): 231-237.
- Yano, K. & S. Tanaka. 1984. Review of the deep sea squaloid shark genus *Scymnodon* of Japan, with a description of a new species. *Jap. J. Ichthyol.*, 30(4): 341-360.

*Received: 9 December 2009; Accepted: 17 August 2010*