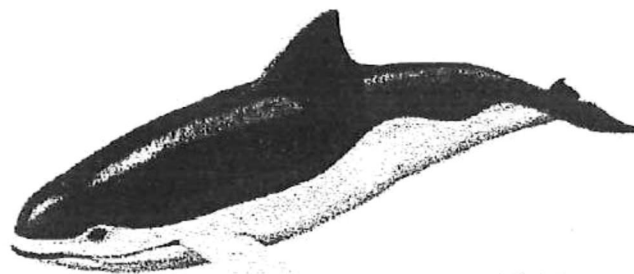


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

MORFOLOGÍA Y MORFOMETRÍA DEL CRÁNEO Y DEL OÍDO INTERNO (HUESO PERIÓTICO) EN ODONTOCETOS DELPHINOIDEA.



D. Thompson



TESIS
QUE PARA OBTENER
EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
PRESENTA
JUAN GABRIEL FLORES TRUJILLO

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, AGOSTO DEL 2002.

**MORFOLOGÍA Y MORFOMETRÍA DEL CRÁNEO Y
DEL OÍDO INTERNO (HUESO PERIÓTICO) EN
ODONTOCETOS DELPHINOIDEA.**

Tesis que para obtener el Grado de Maestro en Ciencias
en Oceanografía Costera
presenta:
Juan Gabriel Flores Trujillo

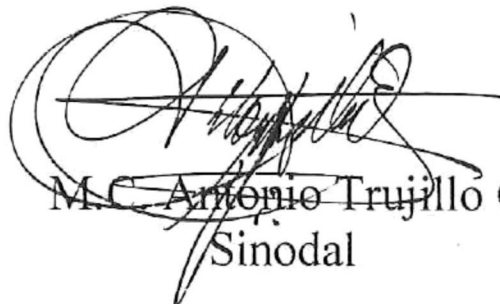
Aprobada por:



Dr. Francisco Javier Aranda Manteca
Director de Tesis



Dr. Lawrence G. Barnes
Sinodal



M.C. Antonio Trujillo Ortíz
Sinodal

DEDICATORIA

En la vida siempre tratamos de fijarnos metas o tareas a largo, mediano y corto plazo. Durante el tiempo que ocupamos para finalizar cada una de estas metas o tareas, siempre hay personas con las que se comparten cada uno de los pasos que seguimos para culminar. Cuando finalizamos cada tarea y alcanzamos la cima, siempre pensamos en esas personas, pues directamente estuvieron de una u otra manera siempre apoyando en todo momento.

Este trabajo esta dedicado a las dos personas que son lo más valioso que tengo y que han hecho un gran esfuerzo junto conmigo para poder terminar con esta fase tan importante en mi vida.

A mi familia: Nancy y Juan David.

**... "Sólo se vence
verdaderamente
lo que se ama"**

AGRADECIMIENTOS

En la elaboración de este trabajo participaron una gran cantidad de personas, a todas ellas doy un reconocimiento enorme para agradecer de alguna manera sus grandes aportaciones en la realización de este trabajo.

Las personas que me apoyaron directamente en la realización de este trabajo son:

- Dr. Francisco Javier Aranda Manteca por ser una gran persona, que siempre esta dispuesta a enseñar a cualquier persona que lo solicite.
- C. Dr. Antonio Trujillo Ortiz por ser una persona dedicada que te apoya en cualquier momento y siempre te anima a seguir adelante.
- Dr. Lawrence G. Barnes por atender siempre a cualquier duda que tenía, por sus enseñanzas sobre los cetáceos y por abrirme las puertas del Museo de Historia Natural del Condado de Los Angeles y estudiar los restos óseos de cetáceos actuales y fósiles que se encuentran en esta institución.
- Al Staff técnico del Museo de Historia Natural del Condado de Los Angeles; Louise Kearen, Lauriano Clavero, Howell Thomas, J. D. Stewart, Sam Mcleod, Gary Takauchi, Ted Connors, al Dr. David Wistler y al Dr. Luis Chiappe por ser siempre unas personas atentas y dispuestas a ayudarme en lo que pudieran.
- David Janiger por su tiempo y por ayudarme con mi trabajo en el Deposito del Museo de Historia Natural del Condado de Los Angeles.
- Dr. Guillermo Soberón por permitirme estudiar los restos óseos de cetáceos que se encuentran bajo el resguardo del ITESM- Guaymas.

- Dr. Juan Pablo Gallo R. por su gran apoyo y entera disposición al permitirme estudiar los restos óseos de cetáceos que se encuentran bajo su resguardo.
- María del Sol Guerrero Martínez por su ayuda en la ubicación de cráneos dentro de la Colección del ITESM- Guaymas.
- Ocean. Norma Ramos Delgado por su gran apoyo durante mi estancia en Guaymas.
- M.C. Jorge Torre Cosío por enviarme una copia de su trabajo de tesis de maestría y por sus valiosos comentarios sobre la morfología y morfometría de *Phocoena sinus*.
- Dr. Michel C. Milinkovitch por enviarme parte de sus publicaciones.
- A la Universidad Autónoma de Baja California por haberme apoyado durante mis estudios de posgrado en esta institución.
- Al National Geographic Society por su apoyo económico al Laboratorio de Paleontología y Paleoceanografía de la Facultad de Ciencias Marinas, para el rescate de restos fósiles de Mamíferos Marinos en el estado de Baja California.
- Al CONACyT por otorgarme la beca para realizar mis estudios de posgrado.

RESUMEN

Se observaron cualitativamente (morfología) y cuantitativamente (morfometría) un total de 56 cráneos y 132 huesos perióticos de cetáceos odontocetos y 2 cráneos del suborden Archaeoceti. De los cuales, 25 cráneos y 91 huesos perióticos son de especímenes fósiles; y 29 cráneos y 41 huesos perióticos son de especímenes actuales. Estos especímenes corresponden a 41 especies descritas formalmente y 40 especímenes no descritos formalmente. El intervalo geológico de las familias de cetáceos odontocetos observadas se extiende del Oligoceno temprano hasta el reciente.

Morfológicamente, en odontocetos Delphinidae el hueso periótico tiene características distintivas de cada especie no importando el paedomorfismo, diferencia sexual ni la asimetría craneal. Morfométricamente no existe diferencia entre el hueso periótico izquierdo y el derecho; entre especímenes adultos y juveniles. Las características son iguales en talla o en la razón de su tamaño. El paedomorfismo puede observarse en el meato acústico interno y en el acueducto coclear, dependiendo la familia. La densidad que soporta el sistema auditivo en odontocetos de la familia Delphinidae es determinante en la especiación y diversificación de este grupo, por lo que en base a la morfología puede construirse la filogenia de este grupo.

La morfometría del cráneo ayuda a definir los intervalos de variación de los huesos que componen el cráneo, entre organismos de la misma especie, pudiendo distinguirse la variación sexual y la variación paedomorfica. Los valores morfológicos del cráneo encontrados en este trabajo no varían entre organismos de la misma especie, excepto en especímenes de diferente edad, representantes de la familia Delphinidae.

INDICE

Dedicatoria.	i
Agradecimientos.	ii
Resumen.	iv
Indice.	v
Lista de Figuras.	vii
Lista de Tablas.	xi
1. INTRODUCCION.	1
2. ANTECEDENTES.	12
2.1. Filogenia de odontocetos.	12
2.2. Morfología.	16
2.3. Morfometría.	17
2.4. Oído interno.	18
3. OBJETIVOS.	22
4. METODOLOGÍA.	23
4.1. Morfología.	23
4.1.1. Cráneo.	23
4.1.2. Hueso periótico.	27
4.2. Morfometría.	30
4.2.1. Cráneo.	30
4.2.2. Hueso periótico.	31
4.3. Filogenia.	37
4.3.1. Cráneo.	37
4.3.2. Hueso periótico.	38
5. RESULTADOS.	39
5.1. Resultados generales.	39
5.1.1. Base de datos.	39
5.1.1.1. General.	39
5.1.1.2. Conjuntos.	42
5.1.1.3. Craneales.	44
5.1.1.4. Hueso periótico.	45
5.1.2. Estratigrafía.	46
5.1.3. Paleontología sistemática.	51
5.2. Resultados morfológicos.	53
5.2.1. Cráneo de odontocetos.	53
5.2.2. Hueso periótico de odontocetos.	55
5.2.3. Cráneo y hueso periótico de odontocetos en conjunto.	57

5.2.4. Totalidad de cráneos de odontocetos.	59
5.2.5. Totalidad de huesos perióticos de odontocetos.	61
5.3. Resultados morfométricos.	65
5.3.1. Cráneo de odontocetos.	65
5.3.2. Hueso periótico de odontocetos.	67
5.3.3. Cráneo y hueso periótico de odontocetos en conjunto.	69
5.3.4. Totalidad de cráneos de odontocetos.	71
5.3.5. Totalidad de huesos perióticos de odontocetos.	74
5.4. Resultados filogenéticos.	76
5.4.1. Cráneo de odontocetos.	76
5.4.2. Hueso periótico de odontocetos.	82
5.4.3. Cráneo y hueso periótico de odontocetos en conjunto.	87
5.4.4. Totalidad de cráneos de odontocetos.	94
5.4.5. Totalidad de huesos perióticos de odontocetos.	102
6. DISCUSIONES.	114
6.1. Variabilidad del hueso periótico entre organismos de la misma especie de odontocetos Delphinoidea.	114
6.2. Comparación de la variabilidad del hueso periótico entre organismos de diferente especie de odontocetos Delphinoidea.	119
6.3. Comparación de las características de cráneos de odontocetos Delphinoidea.	127
6.4. Relación entre las características craneales y las características del hueso periótico de odontocetos Delphinoidea.	137
6.5. Posible filogenia de odontocetos Delphinoidea utilizando las características morfológicas del cráneo y hueso periótico.	140
6.6. Interpretación de la biogeografía de odontocetos Delphinoidea del Pacífico norte.	144
7. CONCLUSIONES.	150
8. REFERENCIAS.	152
9. ANEXOS	
Anexo 1 (Tablas de resultados).	
Anexo 2 (Relación de especímenes estudiados).	

LISTA DE FIGURAS

1. El orden Cetácea puede ser dividido en el suborden Archaeoceti, suborden Mysticeti y el suborden Odontoceti (Barnes <i>et al.</i> , 1985).	3
2. Oído derecho de <i>Tursiups truncatus</i> abierto para mostrar su contenido. La bula timpánica está representada en detalle y el hueso periótico está únicamente delineado (Popper, 1980).	10
3. Clasificación alternativa de los odontocetos (Fordyce y Barnes, 1994)	13
4. Cráneo de cetáceos odontocetos donde se muestran los nombres de los huesos craneales. a) en vista dorsal y b) en vista ventral (tomada de Romme, 1990)	24
5. Periótico de cetáceos odontocetos donde se muestran los nombres de los huesos que lo constituyen (tomada de Barnes y Mitchell, 1984, en Aranda-Manteca, 1984).	28
6. Medidas craneales utilizadas para obtener la base de datos, para el análisis morfométrico de cetáceos odontocetos; las medidas de la mandíbula no se consideran, por la dificultad de encontrar los especímenes fósiles completos (tomada de Perrin, 1975) (ver texto).	33
7. Medidas del hueso periótico utilizadas para obtener la base de datos para el análisis morfométrico de cetáceos odontocetos (modificada de Aranda-Manteca, 1984) (ver texto).	35
8. Intervalo geológico de las familias de odontocetos observadas (modificada de Barnes, 1972, y de Fordyce y Barnes, 1994).	46

9. Localidades donde se colectaron las especies o posibles especies de cetáceos odontocetos fósiles observadas (modificada de Barnes, 1976).	48
10. Ubicación geográfica de los países de origen de las especies actuales de odontocetos observados y las Instituciones que resguardan el material biológico observado.	51
11. Dendograma de datos morfológicos de cráneos utilizando distancias euclidianas y método de amalgamamiento UPGMA (correlación cofenética =0.864).	54
12. Dendograma de datos morfológicos de los huesos perióticos utilizando distancias euclidianas y método de amalgamamiento UPGMA (correlación cofenética = 0.758).	56
13. Dendograma de datos morfológicos de los cráneos y los huesos perióticos en conjunto utilizando distancias euclidianas y método de amalgamamiento UPGMA.	58
14. Dendograma de datos morfológicos de todos los cráneos utilizando distancias euclidianas y método de amalgamamiento UPGMA.	60
15. Dendograma de datos morfológicos de todos los huesos perióticos utilizando distancias euclidianas y método de amalgamamiento UPGMA.	62
16. Dendograma de datos morfométricos de cráneos utilizando distancias euclidianas y método de amalgamamiento Ward.	66
17. Dendograma de datos morfométricos de los huesos perióticos utilizando distancias euclidianas y método de amalgamamiento Ward.	68

18. Dendograma de datos morfométricos de cráneos y huesos perióticos utilizando distancias euclidianas y método de amalgamamiento Ward.	70
19. Dendograma de datos morfométricos de todos los cráneos utilizando distancias euclidianas y método de amalgamamiento Ward. . . .	72
20. Dendograma de datos morfométricos de todos los huesos perióticos utilizando distancias euclidianas y método de amalgamamiento Ward. . . .	75
21. Cladograma de consenso de cráneos utilizando polimorfismo parsimónico. El número indica la cantidad de ocasiones que se repite la asociación de un total de 100 topologías.	77
22. Cladograma de consenso de huesos perióticos utilizando polimorfismo parsimónico. El número indica la cantidad de ocasiones que se repite la asociación de un total de 100 topologías.	83
23. Cladograma de consenso de cráneos y huesos perióticos en conjunto, utilizando polimorfismo parsimónico. El número indica la cantidad de ocasiones que se repite la asociación de un total de 100 topologías. . .	89
24. Cladograma de consenso de todos los cráneos utilizando polimorfismo parsimónico. El número indica la cantidad de ocasiones que se repite la asociación de un total de 100 topologías.	95
25. Cladograma de consenso de todos los huesos perióticos de odontocetos utilizando polimorfismo parsimónico. El número indica la cantidad de ocasiones que se repite la asociación de un total de 100 topologías.	103

26. Filogenia de odontocetos de la superfamilia Delphinoidea por las características morfológicas del hueso periótico.	126
27. Filogenia de odontocetos de la superfamilia Delphinoidea por las características craneales.	136
28. Filogenia de odontocetos de la superfamilia Delphinoidea por las tendencias evolutivas del cráneo y del hueso periótico en conjunto.	142
29. Razón de oxígeno 18 en el agua de mar a lo largo del tiempo geológico, el cual se correlaciona con la temperatura global (Miller <i>et al.</i> , 1987).	145

LISTA DE TABLAS

I. Características morfológicas primitivas y derivadas del cráneo de odontocetos de la superfamilia Delphinoidea (correlacionada con el diagnostico de familia, género y especie de la superfamilia Delphinoidea) .	25
II. Características morfológicas primitivas y derivadas de los huesos perióticos de odontocetos de la superfamilia Delphinoidea.	29
III. Medidas craneales utilizadas en la descripción morfométrica de odontocetos de la superfamilia Delphinoidea (modificada de Perrin, 1975).	32
IV. Medidas descriptivas del hueso periótico de odontocetos de la superfamilia Delphinoidea utilizadas en la descripción morfométrica.	34
V. Relación sistemática de especímenes de odontocetos, utilizados para obtener la base de datos. Los especímenes ya descritos (D) se presentan con la sistemática o con el nivel de aproximación, hasta el momento aceptado, para los no descritos (ND) (para ver colección y número, ver anexo 2).	41
VI. Listado de especies para el estudio del cráneo y hueso periótico: D (descritas formalmente) y ND (no descritas formalmente). Se añade la época geológica y el estado de preservación del cráneo.	43
VII. Listado de especies para el estudio del cráneo: D (descritas formalmente) y ND (no descritas formalmente). Se añade la época geológica y el estado de preservación del cráneo.	44
VIII. Listado de especies para el estudio del hueso periótico: D (descritas formalmente) y ND (no descritas formalmente), Se añade la época.	45

IX. Listado de especies y la formación geológica donde fueron colectadas. Se muestra el intervalo en tiempo estimado para cada formación geológica.	50
X. Sistemática de las especies estudiadas.	52
XI. Caracterización del hueso periótico en las familias de odontocetos Delphinoidea.	126
XII. Caracterización del cráneo en las familias de odontocetos Delphinoidea.	136
XIII. Características generales del cráneo.	139
XIV. Características generales del hueso periótico.	139
XV. Caracterización del cráneo y hueso periótico en las familias de odontocetos Delphinoidea.	141

1. INTRODUCCIÓN

La readaptación de los vertebrados a la vida acuática es un proceso que está documentado en la historia de la tierra. Durante la era Mesozoica, 230 a 65 millones de años atrás, algunos reptiles desarrollaron un proceso de adaptación subsecuente a vivir en las aguas dulces y el océano. Más recientemente, los mamíferos se adaptaron a la vida acuática, ballenas, focas, lobos marinos, sirenios y desmostilianos. Como resultado de este proceso aparece el orden Cetacea.

El conocimiento de la posición filogenética del orden Cetacea, en comparación con otros mamíferos es de gran importancia en estudios de biología evolutiva. Las ballenas tienen la base anatómica y fisiológica de otros mamíferos, lo que indica que son parte del grupo de los mamíferos placentarios (Euterios) (Barnes, 1984a).

La evidencia morfológica y estratigráfica indica que los artiodactidos ungulados pueden ser los ancestros de los cetáceos (Gingerich *et al.*, 2001). Los datos morfológicos muestran la cercanía entre los cetáceos y los artiodactyla, también la filogenia basada en datos moleculares (ADN), muestra en que los artiodactyla están emparentados más cercanamente a los cetáceos (O'leary *et al.*, 1999). La evidencia encontrada hasta hoy con datos moleculares (ADN), indica la parafilia de artiodactyla y más específicamente un grupo hermano relacionando a los hipopótamos y los cetáceos (Milinkovitch *et al.*, 1998).

El orden Cetacea es el grupo más primitivo y más diverso de mamíferos que se ha adaptado a una existencia marina. El primer registro fósil de los cetáceos

aparece en depósitos del Eoceno Medio en Pakistán, *Pakicetus inachus*. Durante la transición de un ambiente terrestre a un ambiente acuático, las ballenas experimentaron dramáticas transformaciones en muchos sistemas biológicos.

En la clasificación taxonómica, el orden Cetacea está dividido en tres subórdenes: Archaeoceti (ballenas primitivas), que está limitado al Eoceno; Mysticeti (ballenas barbadas), del Eoceno al reciente; y Odontoceti (ballenas dentadas), del Oligoceno temprano al reciente (Barnes y Goedert, 2000). Las ballenas dentadas y las ballenas barbadas son consideradas como dos linajes monofiléticos que se originaron del suborden extinto Archaeoceti (Barnes, 1984; y Fordyce y Barnes, 1994). Los odontocetos y mysticetos tienen una considerable diversificación durante el Oligoceno y difieren en muchos rasgos morfológicos a las especies actuales. Barnes *et al.*, (1985a) señala varios caracteres morfológicos derivados que comparten ambos grupos y que demuestran que forman un linaje único en común (Figura 1).

La filogenia de este orden ha sido estudiada por Barnes *et al.* (1985a), de Muizon (1998 y 1991), Heyning (1989), Barnes (1990), Milinkovitch (1993), y Fordyce y Barnes (1994). Basándose en esta última, que es la más reciente filogenia descrita, se realizó el ordenamiento de las especies estudiadas en los resultados de este trabajo.

El suborden Odontoceti Flower (1984), puede dividirse en siete superfamilias (Fordyce y Barnes, 1994). La primer superfamilia aún sin nombre, está compuesta por la familia Agorophiidae Abel, 1913, descrita para el Oligoceno tardío del Atlántico norte.

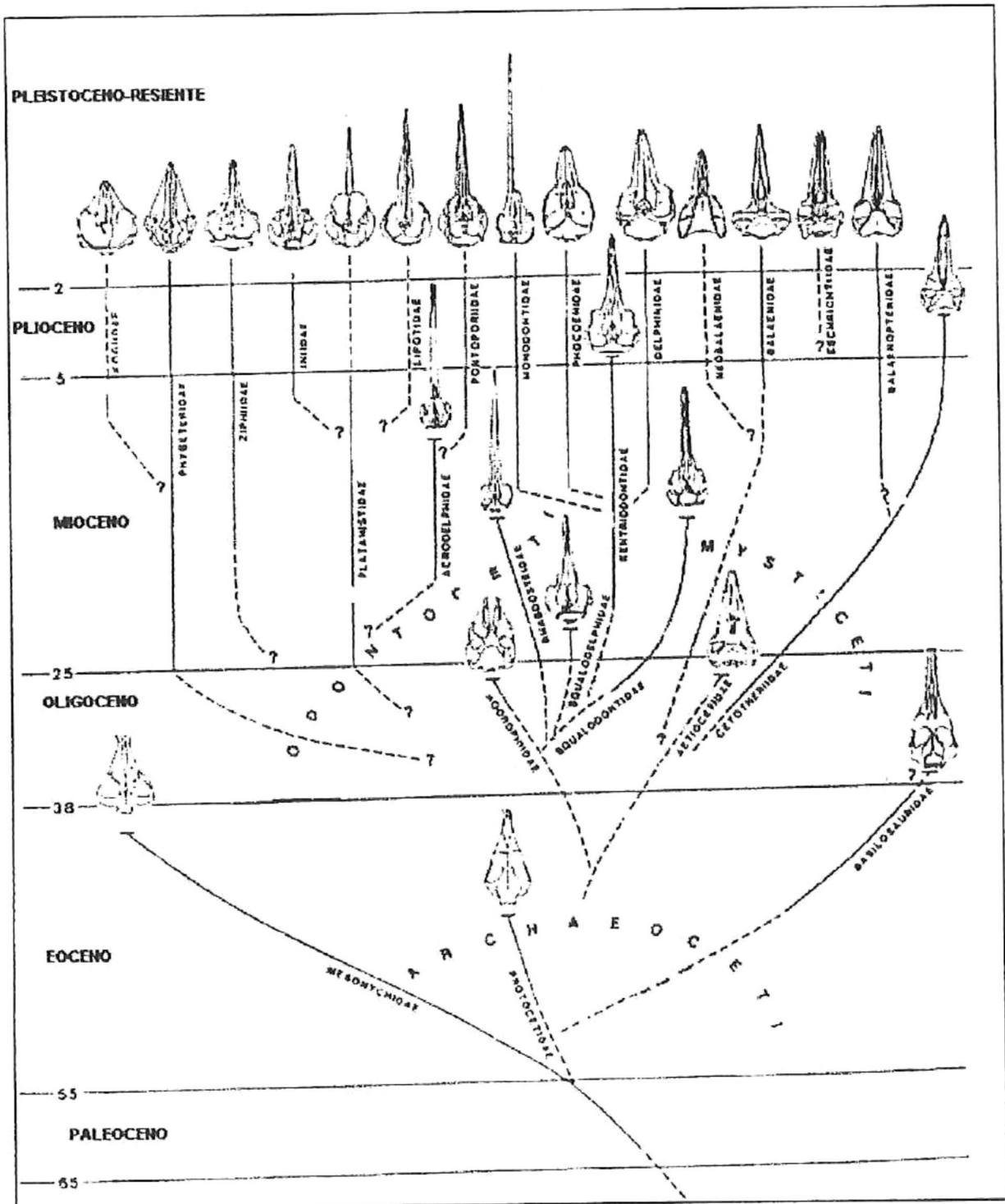


Figura 1. El orden Cetacea puede ser dividido en el suborden Archaeoceti, suborden Mysticeti y el suborden Odontoceti (Barnes et al., 1985).

La superfamilia *Physeteroidea* (Gray, 1821) Gill, 1872, está compuesta por la familia *Physeteridae* Gray, 1821, dividida en las subfamilias *Hoplocetinae* Cabrera, 1926 y la subfamilia *Physeterinae* (Gray, 1821) Flower, 1867; esta familia está descrita para el intervalo del Oligoceno tardío al reciente; el registro fósil es en el Atlántico, en el Mediterráneo (Paratetis), en el Pacífico y en el océano meridional; y en el reciente que es cosmopolita. La familia *Kogiidae* (Gill, 1871) Miller, 1923, descrita para el intervalo del Mioceno tardío al reciente; el registro fósil es en el Pacífico oriental y en el Atlántico noroccidental; y en el reciente habita en océanos de temperaturas tropicales.

La superfamilia *Ziphioidea* (Gray, 1865) Gray, 1868, está compuesta por la familia *Ziphiidae* Gray, 1865, que se divide en las subfamilias *Ziphiinae* (Gray, 1865) Fraser y Purves, 1960 y la subfamilia *Hyperoodontinae* (Gray, 1846) de Muizon, 1991. Esta familia está descrita para el intervalo del Mioceno medio al reciente; el registro fósil es cosmopolita, y en aguas dulces de Africa; y en el reciente es cosmopolita.

La superfamilia *Platanistoidea* (Gray, 1863) Simpson, 1945, está compuesta por la familia *Squalodontidae* Brandt, 1872, dividida en las subfamilias *Patriocetinae* (Abel, 1913) Rothausen, 1968 y la subfamilia *Squalodontinae* (Brandt, 1872) Rothausen, 1968; esta familia está descrita para el intervalo del Oligoceno tardío al Mioceno medio; el registro fósil es en el Atlántico, en el Mediterráneo (Paratetis), y en el Pacífico. La familia *Squalodelphinidae* Dal Piaz, 1916, descrita para el Mioceno temprano, en el Mediterráneo, y en el suroccidental del Océano Atlántico y Pacífico. La familia *Dalpiaziniidae* de

Muizon, 1988a, descrita para el Mioceno temprano, en el Mediterráneo, y en el suroccidental del Atlántico y Pacífico. Y la familia Platanistidae (Gray, 1863) Fordyce y Barnes, 1994, descrita en el intervalo del Mioceno temprano al reciente; el registro fósil es en el Atlántico norte y Pacífico norte, y en el reciente habita en aguas dulces de la India.

La superfamilia Eurhinodelphoidea (Abel, 1901) de Muizon, 1988, está compuesta por la familia Eoplatanistidae de Muizon, 1988a, descrita para el Mioceno temprano en el Mediterráneo. Y la familia Eurhinodelphidae Abel, 1901, descrita para el intervalo del Mioceno temprano al Mioceno medio y cuestionablemente en el Oligoceno tardío, el registro fósil es en el Atlántico, en el Mediterráneo, en el Pacífico, y en aguas dulces de Australia.

La superfamilia Delphinoidea (Gray, 1821) Flower, 1864, está compuesta por la familia Kentriodontidae (Slijper, 1936) Barnes, 1978, dividida en las subfamilias Kampholophinae Barnes, 1978, la subfamilia Kentriodontinae (Slijper, 1936) Fordyce y Barnes, 1994 y la subfamilia Lophocetinae Barnes, 1978; esta familia está descrita para el intervalo del Oligoceno tardío al Mioceno tardío; el registro fósil es en el Atlántico, en el Mediterráneo (Paratetis), en el Pacífico y en el océano meridional. La familia Albireonidae Barnes, 1984a, descrita para el intervalo del Mioceno tardío al Plioceno temprano, en el Pacífico nororiental. La familia Monodontidae Gray, 1821, dividida en las subfamilias Orcaellinae (Nishiwaki 1963) Kasuya, 1973, la subfamilia Delphinapterinae Gill, 1871 y la subfamilia Monodontinae (Gray, 1821) Miller y Kellogg, 1955; esta familia está descrita para el intervalo del Mioceno tardío al reciente; el registro fósil es en el

Atlántico norte, en el Pacífico nororiental; y en el reciente habita en el Ártico norte, en el océano Pacífico norte y el Atlántico. La familia Delphinidae Gray, 1821, dividida en las subfamilias Steninae (Fraser y Purves, 1960) Mead, 1975, la subfamilia Delphininae (Gray, 1821) Flower, 1867 y la subfamilia Globicephalinae (Gray, 1866) Gill, 1872; esta familia está descrita para el intervalo del Mioceno tardío al reciente; el registro fósil es en el Atlántico, en el Mediterráneo (Paratetis), en el Pacífico y en el océano meridional; y en el reciente es cosmopolita. Y la familia Phocoenidae (Gray, 1825) Bravard, 1885, dividida en las subfamilias Phocoenoidinae Barnes, 1985a y la subfamilia Phocoeninae (Gray, 1825) Barnes, 1985a; esta familia está descrita para el intervalo del Mioceno tardío al reciente; el registro fósil es en el Pacífico y en el reciente es cosmopolita.

Y la última superfamilia aún sin nombrar, dividida en la familia Iniidae Flower, 1867; esta familia está descrita para el intervalo Mioceno tardío al reciente; el registro fósil es en aguas dulces de Argentina, y en reciente habita aguas dulces de Brasil y Venezuela. Y la familia Pontoporiidae (Gill, 1871) Kasuya, 1973, dividida en las subfamilias Lipotinae (Zhou et al., 1979) Barnes, 1985b, la subfamilia Parapontoporiinae Barnes, 1985b y la subfamilia Pontoporiinae Gill, 1871; esta familia está descrita para el intervalo del Mioceno tardío al reciente; el registro fósil es en el Atlántico suroccidental, en el Pacífico norte; y en el reciente habita en el Atlántico suroccidental y en aguas dulces de China.

La subdivisión tradicional del suborden Odontoceti es cuestionada por la mayoría de los paleontólogos, produciendo desacuerdos acerca de la sistemática

de la mayoría de las especies (Fordyce y Barnes, 1994). El presente estudio tiene como propósito el estudiar la filogenia de especies fósiles y actuales de cetáceos odontocetos basándose en observaciones del cambio morfológico del cráneo y del oído interno (hueso periótico).

Todas las ballenas están caracterizadas por la telescopización del cráneo, el movimiento posterior de la apertura nasal, el aislamiento de los huesos del oído, la reducción del cuello, la reducción de la cintura pélvica y la adición de vértebras. El cráneo presenta un complicado proceso llamado de telescopización. Aunque ambos subórdenes lograron una telescopización diferenciada del cráneo, los odontocetos tuvieron el cambio más prominente en la extensión delantera de los huesos del occipital hacia la cuenca del cráneo (Barnes *et al.*, 1984a).

Los odontocetos actuales son cetáceos que tienen el cuerpo de un tamaño que va de pequeño a mediano (1.5 a 8 m), con excepción de los cachalotes que son los de mayor talla (15 m). Algunas especies se caracterizan por tener un dimorfismo sexual dominante, el cráneo es asimétrico, generalmente la boca es pequeña, angosta y contiene dientes durante toda su vida; en algunas especies los dientes sólo se muestran en machos y no sobrepasan de la encía en las hembras, el número de dientes, tamaño y forma de estos es variable y son usados para identificación. Tienen una apertura nasal externa, es decir, las dos cavidades nasales del cráneo se unen formando un sólo nostrilo o narina. Presentan un perfil cóncavo, un esternón con tres o más partes y un sistema de ecolocalización (Jefferson *et al.*, 1993).

Los odontocetos utilizan un modo primitivo para alimentarse, también

empleado por los archaeocetos, donde realizan la selección y la captura individual de la presa. Los dientes son la herramienta utilizada en la captura de sus presas resbaladizas. Los odontocetos primitivos muestran heterodoncia marcada, en cambio, las modernas ballenas dentadas tienden hacia una simplificación de la forma del diente con una raíz simple y una corona cónica (homodoncia), además de un aumento en el número de dientes (polidoncia). Algunos odontocetos sumamente evolucionados tienden a la pérdida o reducción de la dentición, otros han desarrollado dientes especializados con esmalte rugoso o dientes en forma de colmillos (Carroll, 1988).

El sistema de ecolocalización de los odontocetos está compuesto por sacos nasales y un órgano adiposo colocado en la sección delantera del cráneo llamado melón. La hipótesis más utilizada para explicar su funcionamiento es que emiten sonidos especializados y posteriormente los reciben y procesan. Estos sonidos son utilizados para la navegación, la búsqueda y localización de alimento y con el fin de evitar predadores (Barnes, 1984a). Este sistema inicia con vibraciones del cartilago de la laringe, las cuales son transmitidas al músculo palatofaríngeo para pasar directamente a la inserción de este músculo en el hueso palatino, ubicado en la parte posterior del rostrum, donde el fascículo de las fibras musculares entra en los espacios longitudinales, entre la trabícula del hueso (Purves y Pilleri, 1983). De ahí, las vibraciones son radiadas horizontalmente siendo modificadas por el ancho de la base del rostrum, verticalmente por el grosor del rostrum y por la influencia del melón.

Otro propósito es el estudiar la variación morfológica y morfométrica del

cráneo de cetáceos odontocetos fósiles (Oligoceno al Plioceno) y actuales.

La transición de los ungulados terrestres a las ballenas acuáticas es una transición de una vida en aire a una vida en agua. El aire y el agua difieren en densidad y son medios muy diferentes para la propagación del sonido. Esta percepción del sonido en mamíferos terrestre y en ballenas requiere una adaptación funcional marcadamente diferente (Luo y Gingerich, 1999).

Todos los cetáceos modernos carecen de oído externo y sólo presentan estructuras remanentes; a pesar de esto, tienen modificaciones en la estructura de este sistema, lo que les permite escuchar bajo el agua. Bajo el agua también el sonido es recibido principalmente por otras partes de la cabeza y es llevado diferencialmente al oído. La estructura auditiva en arqueocetos y misticetos es más primitiva que la de los odontocetos, que tiene grandes modificaciones en comparación con los mamíferos terrestres. Los huesos del oído están separados del resto del cráneo en diferente grado, dependiendo del grupo; y la bula timpánica se encuentra envuelta en una cápsula de grasa (Fordyce y Barnes, 1994).

El oído de los cetáceos puede dividirse en dos porciones. El oído medio, compuesto por la bula timpánica, el martillo, el yunque y el estribo; y el oído interno compuesto únicamente por el hueso periótico (Figura 2).

El sistema timpánico-periótico de odontocetos probablemente es similar funcionalmente; todos los odontocetos tienen una solución equivalente a su problema acústico en un ambiente acuático; a pesar de las diferencias entre

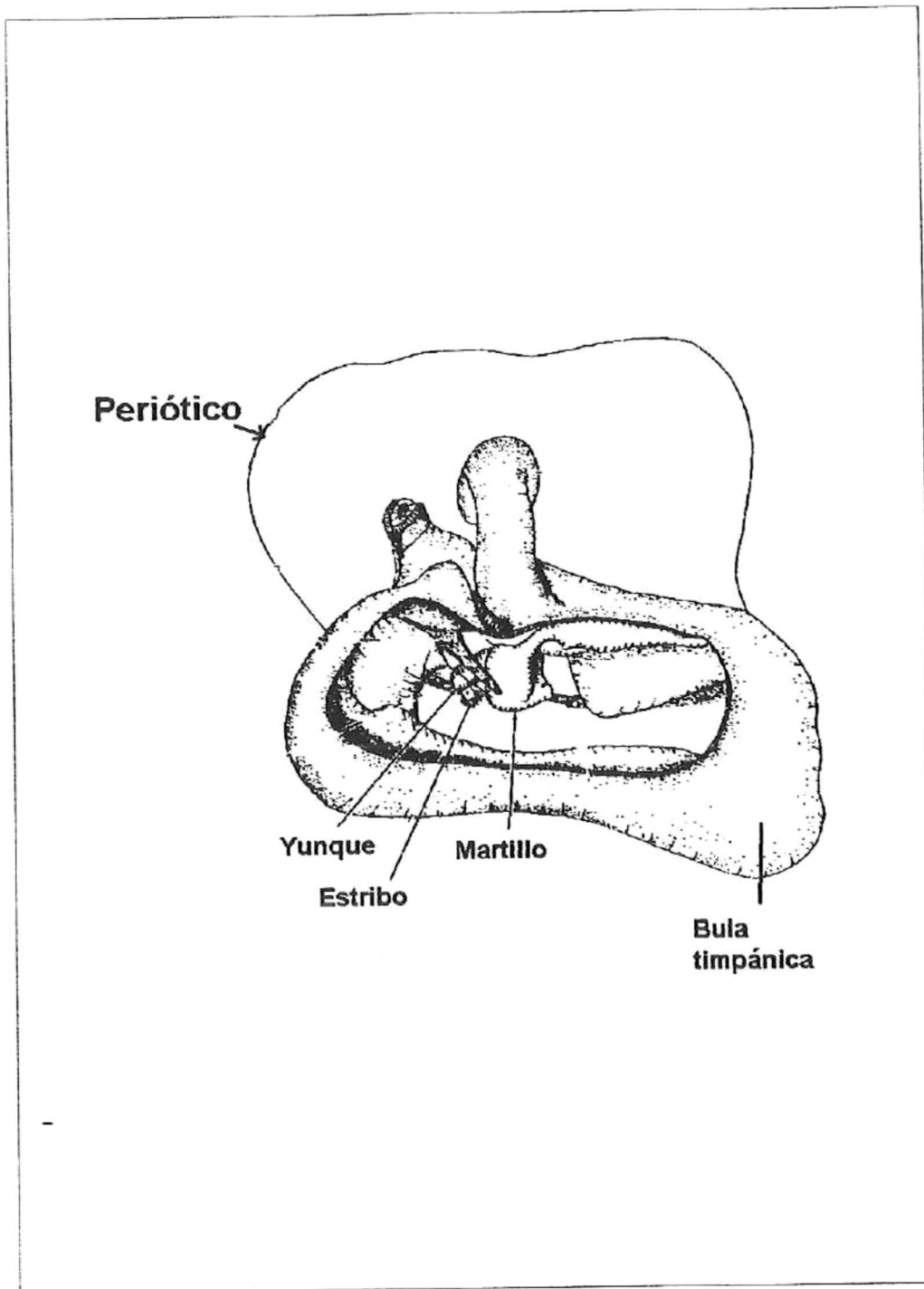


Figura 2.- Oído derecho de *Tursiops truncatus* abierto para mostrar su contenido. La bula timpánica está representada en detalle y el hueso periótico está únicamente delineado (Tomado de Popper, 1980).

varias especies en este aspecto, la consistente alta densidad observada en el sistema del oído, sugiere que la densidad tiene un juego funcional importante; un muy denso y pesado hueso periótico está elásticamente conectado al cráneo, previniendo eficazmente la vibración del cráneo al mismo tiempo que el oído; la bula timpánica los provee de la capacidad de escuchar un gran espectro de sonido (Sirpa *et al.*, 1999).

El presente estudio tiene como propósito el estudiar la variación morfológica y morfométrica del hueso periótico de cetáceos odontocetos fósiles (Oligoceno al Plioceno) y actuales.

Tradicionalmente se ha usado el cráneo para establecer la filogenia de los cetáceos odontocetos. En el presente estudio además del cráneo, se añade el uso del hueso periótico, elemento muy sensible en la modificación y adaptación de los odontocetos a la vida acuática y a los diferentes nichos y hábitats que fueron conquistados, logrando la diferenciación tan importante durante el Neogeno.

2. ANTECEDENTES

2.1. Filogenia de Odontocetos

La filogenia de los cetáceos odontocetos ha sido estudiada y descrita por varios autores, siendo una de las más aceptadas la descrita por Barnes *et al.* (1985). Los trabajos más recientes es el de Muizon (1998 y 1991); Heyning (1989); Barnes (1990); Milinkovitch (1993); y Fordyce y Barnes (1994) (Figura 3).

Barnes *et al.* (1985), basándose en observaciones morfológicas, describen la filogenia de los cetáceos odontocetos, encontrando cinco linajes que engloban a las especies fósiles descritas hasta ese momento y a las actuales. Cada linaje esta representado por cada superfamilia. El primer linaje está compuesto por la superfamilia Squalodontoidea. El segundo linaje está compuesto por la superfamilia Platanistoidea.

El tercer linaje está compuesto por la superfamilia Delphinoidea. El cuarto linaje está compuesto por la superfamilia Ziphioidea. El quinto linaje está compuesto por la superfamilia Physeteroidea. Cada uno de estos linajes muestra en este orden una radiación mayor y desarrollan un tipo diferente de asimetría craneal.

De Muizon (1998 y 1991), basándose en observaciones morfológicas, describe la filogenia de los cetáceos odontocetos, encontrando seis linajes que engloban a las especies fósiles descritas hasta ese momento y a las especies actuales. El primer linaje contiene a la familia Ziphiidae, la familia Kogiidae y la familia Physeteridae, el segundo linaje contiene a la familia Squalodontidae, la

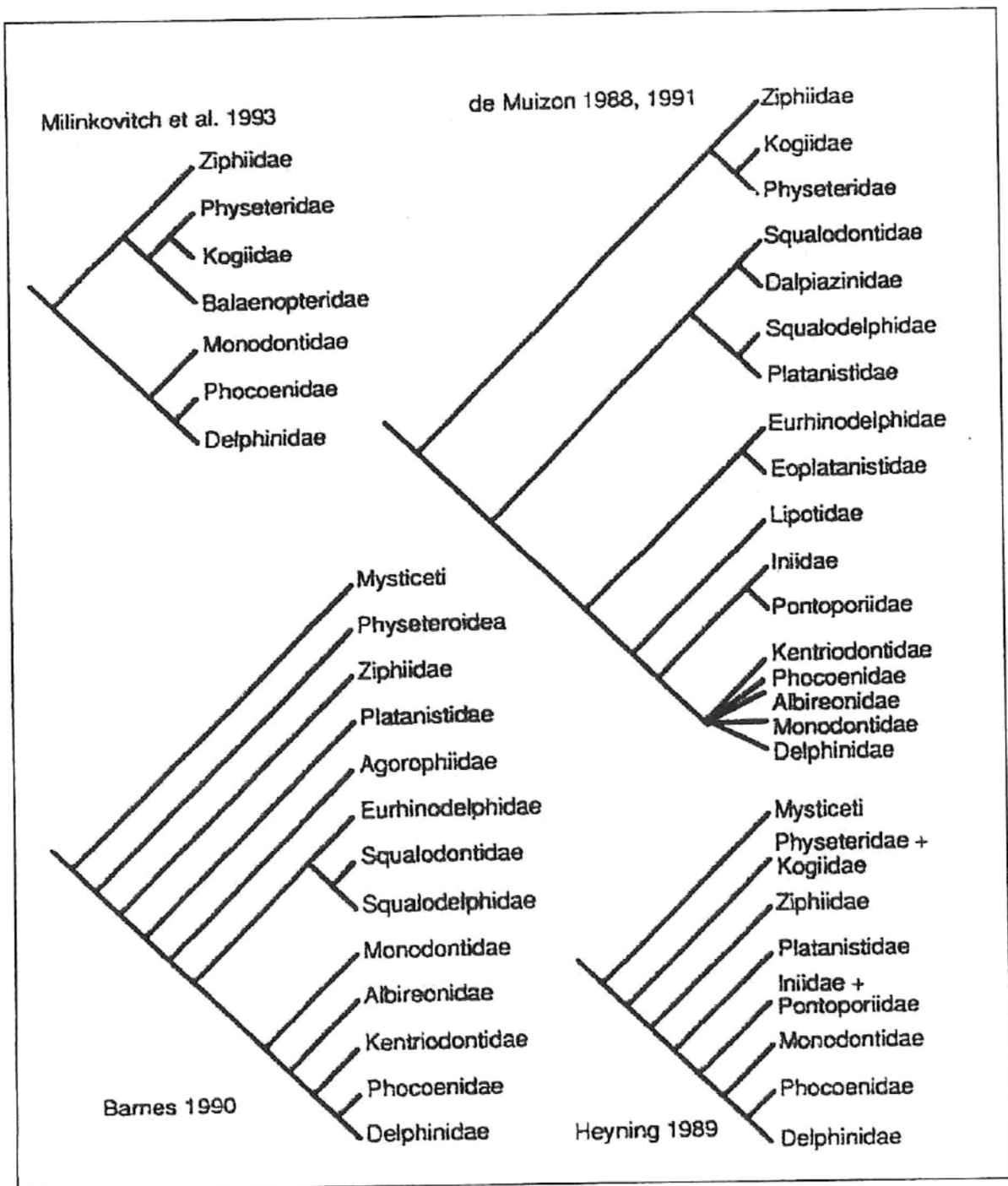


Figura 3. Clasificación alterna de los odontocetos (Tomada de Fordyce y Barnes, 1994).

familia Dalpiaziniidae, la familia Squalodelphinidae y la familia Platanistidae. El tercer linaje contiene a la familia Eurhinodelphinidae y a la familia Eoplatanistidae. El cuarto linaje contiene a la familia Lipotidae. El quinto linaje contiene a la familia Iniidae y a la familia Pontoporiidae. El sexto linaje contiene a las familias Kentriodontidae, Phocoenidae, Albireonidae, Monodontidae y Delphinidae. Cada uno de estos linajes muestra en ese orden una radiación mayor de características derivadas.

Heyning (1989) basándose en observaciones morfológicas de la anatomía comparativa facial describe la filogenia de los cetáceos odontocetos, encontrando, mediante un análisis computacional de máxima parsimonia, siete linajes que engloban a las especies actuales. El primer linaje contiene a las familias Kogiidae y Physeteridae. El segundo linaje contiene a la familia Ziphiidae. El tercer linaje contiene a la familia Platanistidae. El cuarto linaje contiene a las familias Pontoporiidae e Iniidae. El quinto linaje contiene a la familia Monodontidae. El sexto linaje contiene a la familia Phocoenidae. El séptimo linaje contiene a la familia Delphinidae. Cada uno de estos linajes muestra en este orden una radiación mayor de características derivadas en la anatomía facial.

Barnes (1990) basándose en observaciones morfológicas, describe la filogenia de los cetáceos odontocetos, encontrando diez linajes que engloban a las especies fósiles, descritas hasta ese momento y a las especies actuales. El primer linaje contiene a la superfamilia Physeteroidea. El segundo linaje contiene a la familia Ziphiidae. El tercer linaje contiene a la familia Platanistidae. El cuarto linaje contiene a la familia Agorophiidae. El quinto linaje contiene a las familias

Squalodontidae, Squalodelphinidae y Eurhinodelphinidae. El quinto linaje contiene a la familia Monodontidae. El sexto linaje contiene a la familia Albireonidae. El séptimo linaje contiene a la familia Kentriodontidae. El octavo linaje contiene a la familia Phocoenidae. El noveno linaje contiene a la familia Delphinidae. Cada uno de estos linajes muestra en este orden una radiación mayor de características derivadas.

Milinkovitch (1993) basándose en un análisis de ADN mitocondrial obtiene cuatro linajes de los especímenes que él estudia de cetáceos actuales. El primer linaje contiene a las familias Ziphiidae, Physeteridae, Kogiidae y Balaenopteridae. El segundo linaje contiene a la familia Monodontidae. El tercer linaje contiene a la familia Phocoenidae. El cuarto linaje contiene a la familia Delphinidae. Este trabajo ha causado gran polémica, pues establece una relación muy cercana entre la superfamilia Physeteroidea y la familia Balaenopteridae.

Fordyce y Barnes (1994) basándose en observaciones morfológicas describen la filogenia de los cetáceos odontocetos, encontrando siete linajes que engloban a las especies fósiles descritas hasta ese momento y a las especies actuales. Cada linaje está representado por cada superfamilia. El primer linaje está compuesto por una superfamilia aún sin nombre que contiene a la familia Agorophiidae. El segundo linaje está compuesto por la superfamilia Physeteroidea. El tercer linaje está compuesto por la superfamilia Ziphioidea. El cuarto linaje está compuesto por la superfamilia Platanistoidea. El quinto linaje está compuesto por la superfamilia Eurhinodelphinidea. El quinto linaje está compuesto por la superfamilia Delphinoidea. El séptimo linaje está compuesto por

una superfamilia aun sin nombre que contiene a las familias Iniidae y Pontoporiidae. Cada uno de estos linajes muestra en este orden una radiación mayor.

2.2. Morfología

La morfología del cráneo ha sido y es utilizada por muchos autores para describir a las especies. Algunos autores como Barnes *et al.* (1985); Barnes (1985a); Barnes (1985b); de Muizon (1998 y 1991); Barnes (1990); y Fordyce y Barnes (1994), han utilizado características morfológicas para construir de manera observacional la filogenia de odontocetos.

Heyning (1989) utiliza datos morfológicos de la anatomía comparativa facial de odontocetos para establecer la filogenia, construyendo el cladograma utilizando el método computacional de máxima parsimonia. Heyning (1997) utilizando el mismo método, describe la relación filogenética de los cetáceos.

Geisler y Luo (1998) utilizando datos morfológicos de cetáceos y ungulados terrestres, describen la relación y la evolución del sistema vascular. El análisis de los datos lo realizan con el método de máxima parsimonia.

Uhen (1998) utilizando datos morfológicos de basilosaurios, dorodontinos y Cetáceos del Eoceno medio y tardío, describe las variaciones de las vértebras y del brazo. El análisis de los datos lo realizan con el método de máxima parsimonia.

Luo y Gingerich (1999) utilizando datos morfológicos de especímenes de los taxa Mesonychia, Artiodactyla, Perissodactyla, Archaeoceti, Odontoceti y

Mysticeti, establecen la transformación de la base del cráneo y la evolución del oído en ballenas, desde de los Mesonychidos terrestres a los cetáceos. El análisis de los datos lo realizan con el método de máxima parsimonia.

O'leary y Geisler (1999) utilizando datos morfológicos de taxas extintos y actuales, realizan un análisis de la posición de los cetáceos en comparación de otros mamíferos. El análisis de los datos lo realizan con el método de máxima parsimonia.

2.3. Morfometría

La morfometría del cráneo ha sido y es utilizada por muchos autores para describir a las variaciones de las estructuras craneales al describir las especies.

Perrin (1975) describe la variación ontogénica, dimorfismo sexual, variación individual, diferenciación geográfica en coloración, forma y tamaño externo, y el esqueleto en términos cuantitativos y cualitativos; y define tres razas geográficas de *Stenella attenuata* y cuatro razas geográficas de *S. Longirostris*, en el Pacífico oriental y Hawaii.

Perrin *et al.* (1987) realizan una revisión del género *Stenella* utilizando la morfometría del cráneo. Describen una especie endémica del océano Atlántico y dos especies pantropicales en el océano Pacífico.

Ichishima (1994) compara morfométricamente tres especies de la subfamilia Kentriodontinae, estableciendo la base para describir a la especie *Kentriodon hobetsu*.

Heyning y Perrin (1997) basándose en un análisis morfométrico de 320

especímenes, describen dos especies de delfín común que ocurren simpátricamente en el Pacífico nororiental.

2.4. Oído Interno

El inicio del estudio de los huesos del oído se remonta a 1858 cuando Claudius reconoce el valor de la estructura del oído interno en la clasificación de animales. Subsecuentemente otros investigadores como Fraser (1883) y Doran (1879) establecen la posibilidad de identificar a escala genérica mamíferos actuales, basándose en los huesos del oído y reconocen el valor que puede tener el incluir la descripción del oído en la descripción de las especies (Wilson, 1973).

Brandt (1871), en la ausencia de otros elementos esqueléticos, establece un nuevo género de *Squalodon* basándose únicamente en el hueso timpánico. Kellogg (1931) propone siete nuevos géneros y nueve nuevas especies de la familia Delphinidae en una colección de 24 huesos perióticos de Sharktooth Hill, California, EE. UU. La validez de estos géneros será cuestionada en este trabajo de dos maneras: el establecimiento de límites de variación con el estudio de muchos perióticos de la misma especie en delfines actuales; o la otra forma, el descubrir los huesos del oído asociados con otras partes esqueléticas.

Kellogg (1928) describe el sistema auditivo de los cetáceos, mencionando que este órgano sufre grandes cambios para poder adaptarse al medio acuático. La bula timpánica, el hueso periótico, el martillo, el yunque y el estribo componen la porción ósea del aparato auditivo, los cuales se encuentran en la parte ventral del cráneo, en la cavidad formada por los huesos esquamosal, exoccipital y

basioccipital. Menciona además que el oído es una estructura pesada y densa asociada a la aparente especialización para resistir grandes presiones a considerables profundidades. Concluye que si el aparato auditivo cumple con los requerimientos de la adaptación a un modo de vida acuática, esta estructura probablemente muestre las exigencias ambientales y modificaciones para la percepción del sonido.

Simonetta (1963) describe la relación que hay entre la morfología del oído medio y la kinésis craneal en tetrapodos. Encuentra que aunque no se puede generalizar esta teoría, sí provee de una buena evidencia de la interpretación funcional.

Van Valen (1968) discute sobre la monofilia y la difilia en el origen de las ballenas. Encuentra que la diferencia tan marcada en la forma del oído medio es una de las evidencias que muestra la difilia en cetáceos.

Kasuya (1973) describe las consideraciones sistemáticas de ballenas dentadas recientes basadas en la morfología del hueso timpánico-periótico. Encuentra que las variaciones individuales, sexuales y la asimetría bilateral en este hueso pueden ser consideradas como pequeñas, además de que es posible identificar a la mayoría de las especies de odontocetos, basándose en el hueso tímpano - periótico, pero que esto es generalmente difícil en especies de la familia Delphininae.

Luo (1998) describe la homología y transformación de las estructuras ectotimpánicas de cetáceos, encontrando que el precursor embrionario de la bula timpánica es similar tanto en cetáceos como en mamíferos ungulados terrestres.

permitiendo el reconocer la homología de la alta especialización de la estructura de la bula en cetáceos con la contraparte en otros mamíferos.

Nummela *et al.* (1999a) describen la anatomía y funcionamiento del oído medio de *Orcinus orca*, encontrando que aparentemente el sonido llega a la bula timpánica haciendo que vibre. Los huesos que componen el oído medio conectan las vibraciones de la bula timpánica a la ventana oval del hueso periótico. En adición a los huesos del oído medio otras dos estructuras conectan la bula timpánica al hueso periótico; la parte más delicada de estas conexiones extra consiste de un delgado y plegado grupo de huesos que aparentemente permiten sumisión en el contacto de los huesos timpánico-periótico y permite la vibración de la placa en relación con el hueso periótico. La redondeada cabeza del martillo, en combinación con una apropiada redonda depresión en un lado del hueso periótico semejan a una forma unida; ellos proponen que esta unión, en combinación con estructuras adyacentes, forman un nivel de amplificación de la velocidad de vibración al nivel de la ventana oval.

Nummela *et al.* (1999b) comparan el oído de 18 especies de odontocetos y seis especies de misticetos con dimensiones funcionalmente importantes en el sistema acoplado de timpánico-periótico. Encuentran que este sistema es probablemente similar en su función, un muy denso y pesado hueso periótico está especialmente adaptado para resistir altas presiones a profundidades considerables, el hueso periótico se encuentra separado del cráneo para evitar vibraciones y la bula timpánica provee de una gran área del espectro del sonido para escuchar.

Hemilä *et al.* (1999) realizan un modelo conceptual y un modelo paramétrico del oído medio de odontocetos. La cabeza y la estructura del oído medio colectan el sonido y lo concentran en la ventana oval, el papel del oído medio es el de amplificar el sonido antes de llegar a la ventana oval.

3. OBJETIVOS

Con la base de datos de especímenes de cetáceos odontocetos fósiles (Oligoceno-Plioceno) y actuales, acerca de la morfología y morfometría de cráneos y de huesos perióticos del oído interno, utilizando como herramienta la estadística multivariada y el análisis cladístico, se plantean los siguientes objetivos:

- Determinar la variabilidad del hueso periótico entre organismos de la misma especie en odontocetos Delphinoidea.
- Determinar la variabilidad del hueso periótico entre organismos de diferentes especies en odontocetos Delphinoidea (fósiles y actuales).
- Describir la variabilidad de algunas características del cráneo en odontocetos Delphinoidea.
- Establecer la relación que hay entre algunas características del cráneo y el hueso periótico en odontocetos Delphinoidea (fósiles y actuales).
- Basándose en la morfología del cráneo y del oído medio describir la filogenia de los odontocetos Delphinoidea.

4. METODOLOGÍA

4.1. Morfología

La base de datos está conformada por datos de tipo cualitativos, los cuales se presentan en una matriz de presencia-ausencia; para caracteres primitivos se define como cero y para caracteres derivados se define como uno. En esta parte del trabajo se asume la relación monofilética de odontocetos (Barnes y Mitchell, 1978).

4.1.1. Cráneo

Los nombres de los huesos craneales fueron definidos por Rommel (1990) (Figura 4). Para la morfología del cráneo se realizó la observación de 18 características mostradas en la tabla I, que fueron apreciadas basándose en lo descrito por Jefferson y colaboradores en 1993 y que a continuación se describen:

1. El cráneo es pequeño en proporción al tamaño del cuerpo cuando es aproximadamente menor a $1/4$ de la longitud total del espécimen (Slijper, 1936).
2. El cráneo es delgado cuando la distancia entre los postorbitales no exceda $1/3$ de la longitud total del rostrum.
3. El rostrum es largo cuando mide más de la mitad de la longitud total del cráneo.
4. El rostrum es delgado cuando en la base no excede la mitad del grosor del cranium.

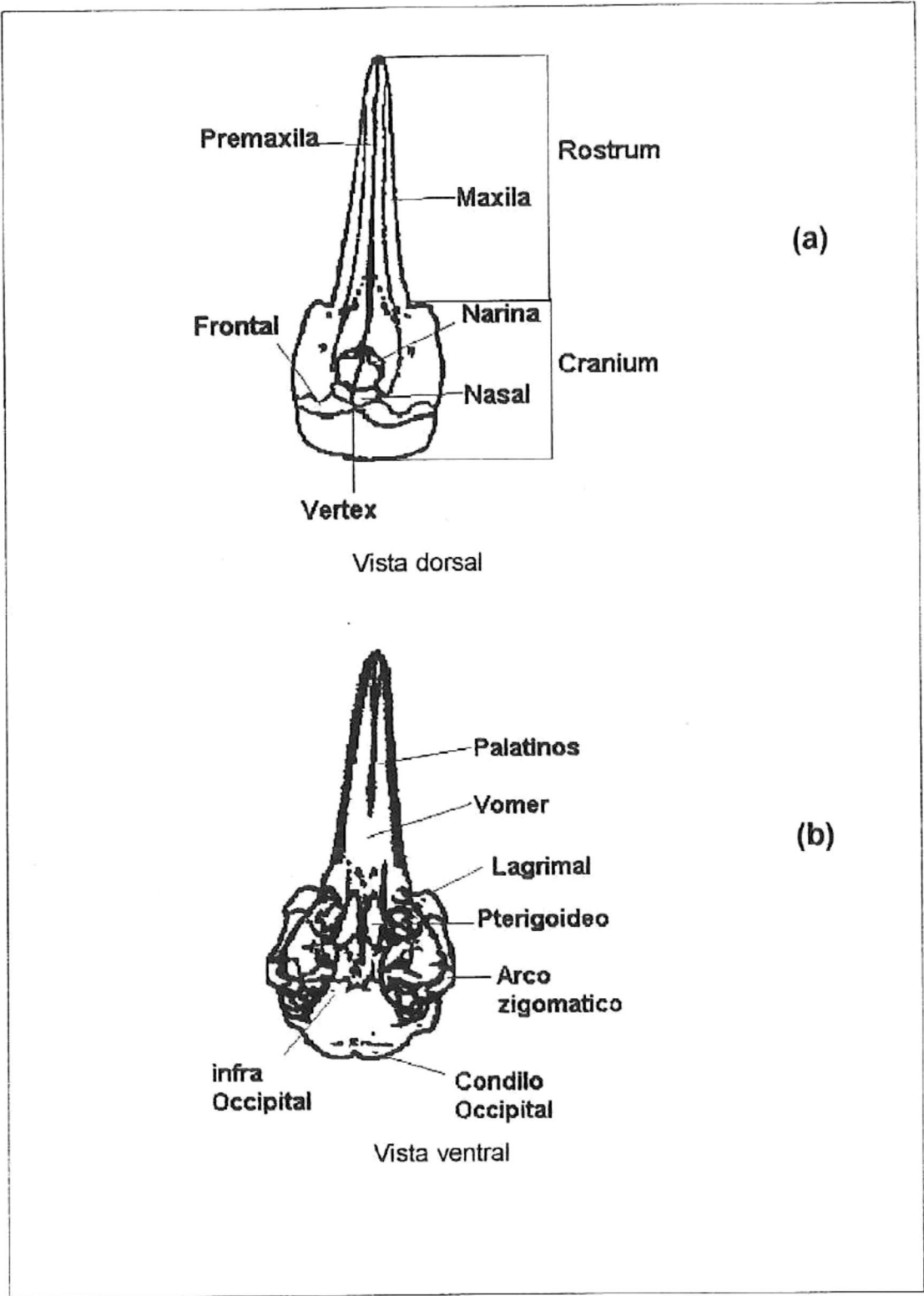


Figura 4. Cráneo de cetáceos odontocetos donde se muestran los nombres de los huesos craneales. a) en vista dorsal y b) en vista ventral (Tomada de Romme, 1990).

Tabla I. Características morfológicas primitivas y derivadas del cráneo de odontocetos Delphinoidea (correlacionadas con el diagnostico de familia, género y especie).

NO.	CARACTERÍSTICA PRIMITIVA	CARACTERÍSTICA DERIVADA
1	Cráneo pequeño con relación al cuerpo.	Cráneo grande con relación al cuerpo.
2	Cráneo delgado.	Cráneo ancho.
3	Rostrum largo.	Rostrum corto.
4	Rostrum delgado.	Rostrum ancho.
5	Cranium esbelto.	Cranium bulboso.
6	Narinas iguales en tamaño.	Narinas desiguales en tamaño.
7	Cráneo simétrico.	Cráneo asimétrico.
8	Proceso posterior en contacto con el Proceso zigomatico.	Proceso posterior no en contacto con el Proceso zigomatico.
9	Región anterior craneal no deprimida.	Región anterior craneal deprimida.
10	Arista maxilar elevada detrás de los nasales.	Arista maxilar no elevada detrás de los nasales.
11	Pocos dientes.	Muchos dientes.
12	Vertex no elevado.	Vertex elevado
13	Protuberancia frente a la narina ausente.	Protuberancia frente a la narina presente.
14	Hueso frontal no mostrado detrás de la maxila.	Hueso frontal mostrado detrás de la maxila.
15	Pterigoideo corto.	Pterigoideo largo.
16	Pterigoideo delgado.	Pterigoideo ancho.
17	Narina interna delgada.	Narina interna ancha.
18	Lagrimal grande.	Lagrimal pequeño.

5. El cranium es esbelto cuando el hueso supraoccipital es semiplano y no abultado (bulboso).
6. Las narinas son iguales en tamaño cuando tienen el mismo grosor.
7. El cráneo es simétrico cuando la línea media del supraoccipital está

alineada con la línea de los nasales.

8. El proceso postorbital está en contacto el proceso zigomático del hueso squamosal.
9. La región anterior craneal no está deprimida cuando los nasales están casi a la misma altura que el rostrum.
10. Las aristas maxilares están elevadas detrás de los nasales cuando presenta unas quillas de la prolongación de la premaxila en el proceso ascendente, detrás de los nasales.
11. Presenta pocos dientes cuando no exceden en número a 30 dientes.
12. El vertex no es elevado cuando no pasa de la altura de los nasales.
13. Presenta protuberancias frente a la narina cuando tiene una extensión bulbosa sobre la premaxila a la altura del foramen dorsal infraorbital.
14. El hueso frontal no es mostrado detrás de la maxila cuando la maxila se extiende sobre el cranium hasta el hueso parietal.
15. El seno pterygoideo es corto cuando no excede la mitad del hueso palatino.
16. El seno pterygoideo es delgado cuando es más largo que ancho.
17. La narina interna es delgada cuando es del mismo ancho que la narina en vista dorsal.
18. El hueso lagrimal es grande cuando ocupa más de la mitad del tamaño del proceso antorbital.

La base de datos obtenida se presenta en tablas y se analiza en dos partes: primero se analiza la base de datos craneales de las especies en las que se

estudio el cráneo y el hueso periótico, y posteriormente se analiza la base de datos craneales de todas las especies estudiadas. El análisis se realizó utilizando la estadística multivariada, por análisis de agrupamiento (Cluster) usando como medida distancias euclidianas y como método de amalgamamiento el promedio no pesado por pares de grupos (UPGMA, por sus siglas en inglés). Este método es utilizado por ser el que mayor índice de correlación cofenética presentó para este tipo de base de datos. Este análisis se realizó en el programa Estadística para Windows.

4.1.2. Hueso periótico

Los nombres de las partes del hueso periótico fueron definidos por Rensberger (1969; Figura 5). Para el estudio de la morfología del hueso periótico se realizó la observación de 13 características mostradas en la tabla II, que fueron estimadas basándose en Barnes (1998; comunicación personal) y que a continuación se describen:

1. El hueso periótico es sinuosoidal cuando los procesos forman una "s" en la base del periótico y globoso, cuando los procesos forman una línea recta en la base del periótico.
2. La coclea es grande cuando su altura es mayor que la altura de los procesos.
3. Canal entre el proceso anterior (P A) y la coclea (Co.), cuando la separación entre estas dos partes del periótico es grande y acanalada.
4. P A surcado cuando presenta surcos en vista ventral sobre el borde de la Fosa para la cabeza del malleus.

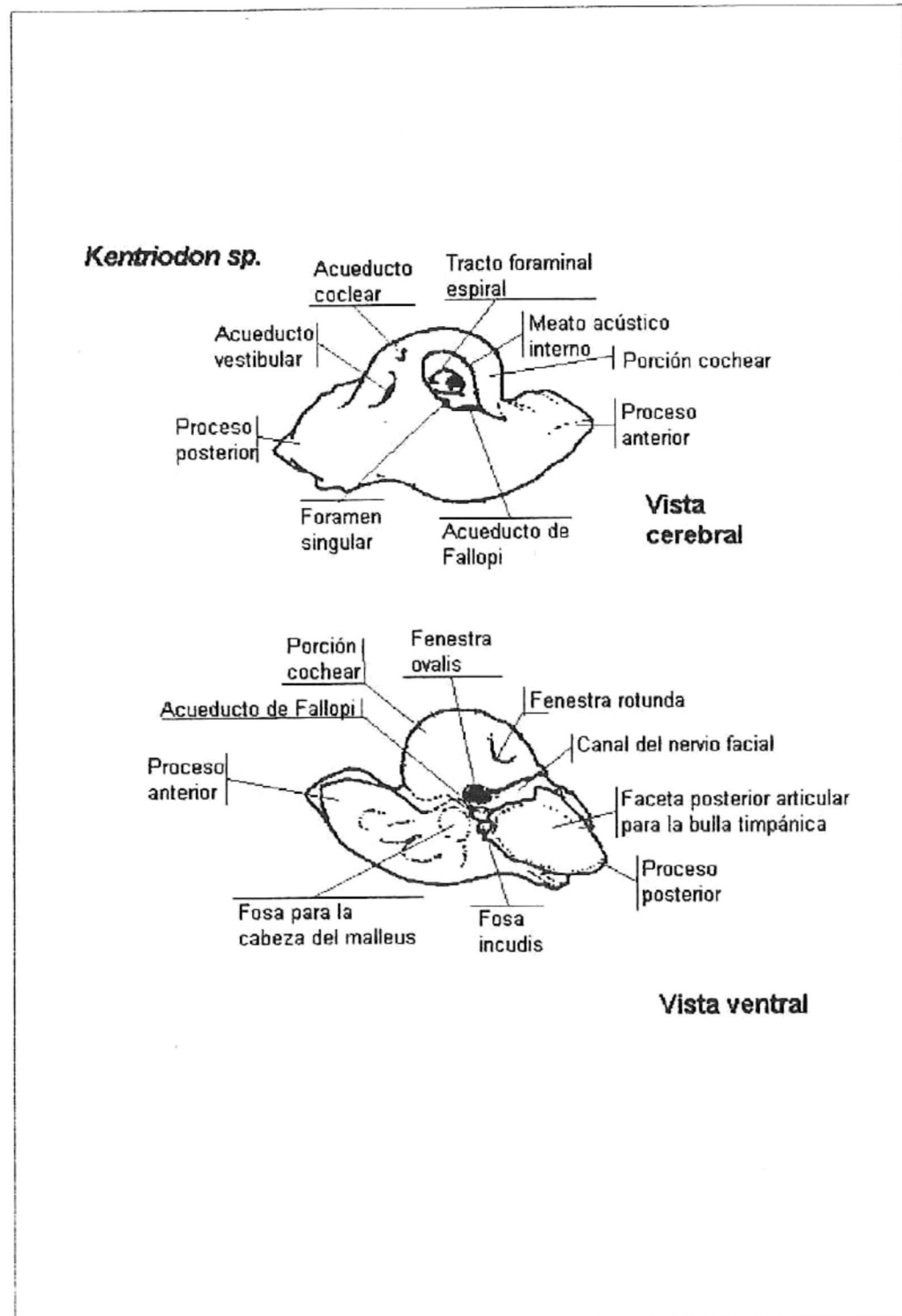


Figura 5. Periótico de cetáceos odontocetos donde se muestran los nombres de los huesos que lo constituyen (Tomada de Barnes y Mitchell, 1984 en Aranda-Manteca, 1984).

Tabla II. Características morfológicas primitivas y derivadas de los huesos perióticos de odontocetos Delphinoidea.

NO.	CARACTERÍSTICA PRIMITIVA	CARACTERÍSTICA DERIVADA
1	Periótico sinusoidal.	Periótico globoso.
2	Cóclea grande.	Cóclea pequeña.
3	Canal entre el proceso anterior y la cóclea.	Canal entre el proceso anterior y la cóclea ausente.
4	Proceso anterior surcado.	Proceso anterior no surcado.
5	Proceso anterior sencillo.	Proceso anterior con dos puntas.
6	Proceso posterior punteado.	Proceso posterior redondeado.
7	Proceso posterior grande.	Proceso posterior pequeño.
8	Proceso posterior rugoso.	Proceso posterior plano.
9	Ángulo recto entre el proceso posterior y el proceso anterior.	Ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior.
10	Proceso anterior plano.	Proceso anterior con prominencia.
11	Superficie cerebral convexa.	Superficie cerebral plana.
12	Meato acústico interno alargado.	Meato acústico interno redondo.
13	Periótico pequeño.	Periótico grande.

5. P A sencillo cuando presenta una sola punta.
6. Proceso posterior (P P) punteado cuando el borde distal de la faceta posterior articular para la bula timpánica tiene una punta.
7. P P grande cuando es mayor en longitud a el P A.
8. P P rugoso cuando presenta surcos en vista ventral sobre la faceta posterior articular para la bula timpánica.
9. Ángulo entre el P P y el P A cuando en vista lateral el ángulo en la base del periótico forma un ángulo mayor de 90°.
10. P A plano cuando no presenta una saliente en la base del periótico, justo de bajo de la Co.
11. Superficie convexa cuando en vista cerebral la superficie de la base del periótico es circular.
12. Meato acústico interno alargado cuando el meato acústico interno contiene al acueducto de Fallopi.

13. Chico cuando la distancia de la porción distal del P A y la porción distal del P P no pasa de los 3 cm..

La base de datos obtenida se presenta en tablas y se analiza en dos partes: primero se analiza la base de datos del hueso periótico de especies en las que se estudio el cráneo y el hueso periótico, y posteriormente se analiza la base de datos del hueso periótico de todas las especies estudiadas. El análisis se realizó utilizando la estadística multivariada, por análisis de agrupamiento (Cluster) usando como medida distancias euclidianas y como método de amalgamamiento el promedio no pesado por pares de grupos (UPGMA, por sus siglas en inglés). Este método es utilizado por ser el que mayor índice de correlación cofenética presento para este tipo de base de datos. Este análisis se realizó en el programa Estadística para Windows.

4.2. Morfometría

La base de datos esta conformada por datos de tipo cuantitativos del cráneo y del hueso periótico, los cuales se presentan en una matriz y se expresan en milímetros. Para formar la base de datos se utilizaron dos tipos de vernier, uno corto de 15 cm, para medir los huesos perióticos y uno largo de 60 cm para medir los cráneos (ambos con una precisión de 0.05 mm).

4.2.1. Cráneo

Para la morfometría craneal se utilizaron las medidas descritas por Perrin (1975) modificadas (Tabla III). De las 46 medidas originalmente descritas se utilizaron sólo 30 (Figura 6); las medidas correspondientes a la mandíbula no se tomaron, debido a que es muy difícil encontrar cráneos fósiles completos; el

número de dientes en las maxilas es un dato numérico y no cuantitativo, pudiendo producir confusión en la interpretación y en el análisis, por lo que tampoco se tomaron. La medida 30 no se toma en grados como la descripción original, se toma en mm al medir de la línea media del supraoccipital hasta la línea recta formada por los nasales.

La base de datos obtenida se presenta en tablas y se analiza en dos partes: primero se analizó la base de datos craneales de especies en las que se estudió el cráneo y el hueso periótico, y posteriormente se analizó la base de datos craneales de todas las especies estudiadas. Se realizó un análisis de agrupamiento (Cluster) usando como medida distancias euclidianas y como método de amalgamamiento el de Ward. Este método es utilizado por ser el que mayor índice de correlación cofenética presentó para este tipo de base de datos. Este análisis se realizó en el programa Estadística para Windows.

4.2.2. Hueso periótico

Para formar la base de datos morfométricos del hueso periótico se obtuvieron 13 medidas, indicadas en la tabla IV, que tratan de representar de una manera métrica las características morfológicas del hueso periótico (anteriormente descritas), que pueden apreciarse en la figura 7 y que a continuación se describen:

Tabla III. Medidas craneales utilizadas en la descripción morfométrica de odontocetos Delphinoidea (modificada de Perrin, 1975).

NO	CARACTERÍSTICAS
1.	Longitud Condilobasal, del margen anterior del rostro al margen posterior del cóndilo occipital.
2.	Longitud de rostro, del margen anterior a la línea que atraviesa los límites posteriores del anteorbital.
3.	Ancho del rostro en la base a lo largo de la línea que atraviesa los límites posteriores del pliegue anteorbital.
4.	Anchura del rostro a los 60 mm anteriores a la línea que atraviesa los límites posteriores del pliegue anteorbital.
5.	Anchura del rostro a la mitad de la longitud total.
6.	Anchura de los premaxilares en la longitud media del rostro.
7.	Anchura del rostro a los 3/4 de longitud, medido desde el margen posterior.
8.	Distancia de la punta del rostro a las narinas externas (al final del mesial del margen anterior transversal de la narina derecha).
9.	Distancia de la punta del rostro a la narina interior (al final del mesial de margen posterior de pterigoideo derecho).
10.	Ancho mayor a la altura del preorbital.
11.	Ancho mayor a la altura del postorbital.
12.	Ancho menor a la altura del supraorbital.
13.	Ancho mayor de las narinas externas.
14.	Ancho mayor de los procesos zigomáticos del escamosal.
15.	Ancho mayor de los premaxilares.
16.	Ancho mayor del parietal, dentro de la fosa del posttemporal.
17.	Altura Vertical externa de la cavidad cerebral desde la línea media del basifenoideo a la cúspide del supraoccipital, pero no incluyendo la cresta del supraoccipital.
18.	Longitud interna del cavidad cerebral del límite posterior del cóndilo occipital al límite anterior de la cavidad craneal a lo largo de la línea media.
19.	Longitud mayor de la fosa del posttemporal izquierdo.
20.	Mayor anchura de la fosa del posttemporal izquierdo.
21.	Diámetro mayor de la fosa temporal izquierda.
22.	Diámetro Menor de la fosa temporal izquierda.
23.	Proyección de los premaxilares detrás de los maxilares medidos de la punta del rostro hacia la línea que cruza las puntas delanteras de maxilares visibles en la vista dorsal.
24.	Distancia de los nasales al ápice de la cresta supraoccipital.
25.	Longitud del ápice orbital izquierdo del proceso preorbital del frontal hasta el ápice del proceso postorbital.
26.	Longitud del proceso antorbital del lagrimal izquierdo.
27.	Mayor anchura de la narina interna.
28.	Mayor longitud del pterigoideo izquierdo.
29.	Mayor anchura de la saliente anterior de la cresta supraoccipital.
30.	Desviación de la simetría del cráneo en vista dorsal (en milímetros).

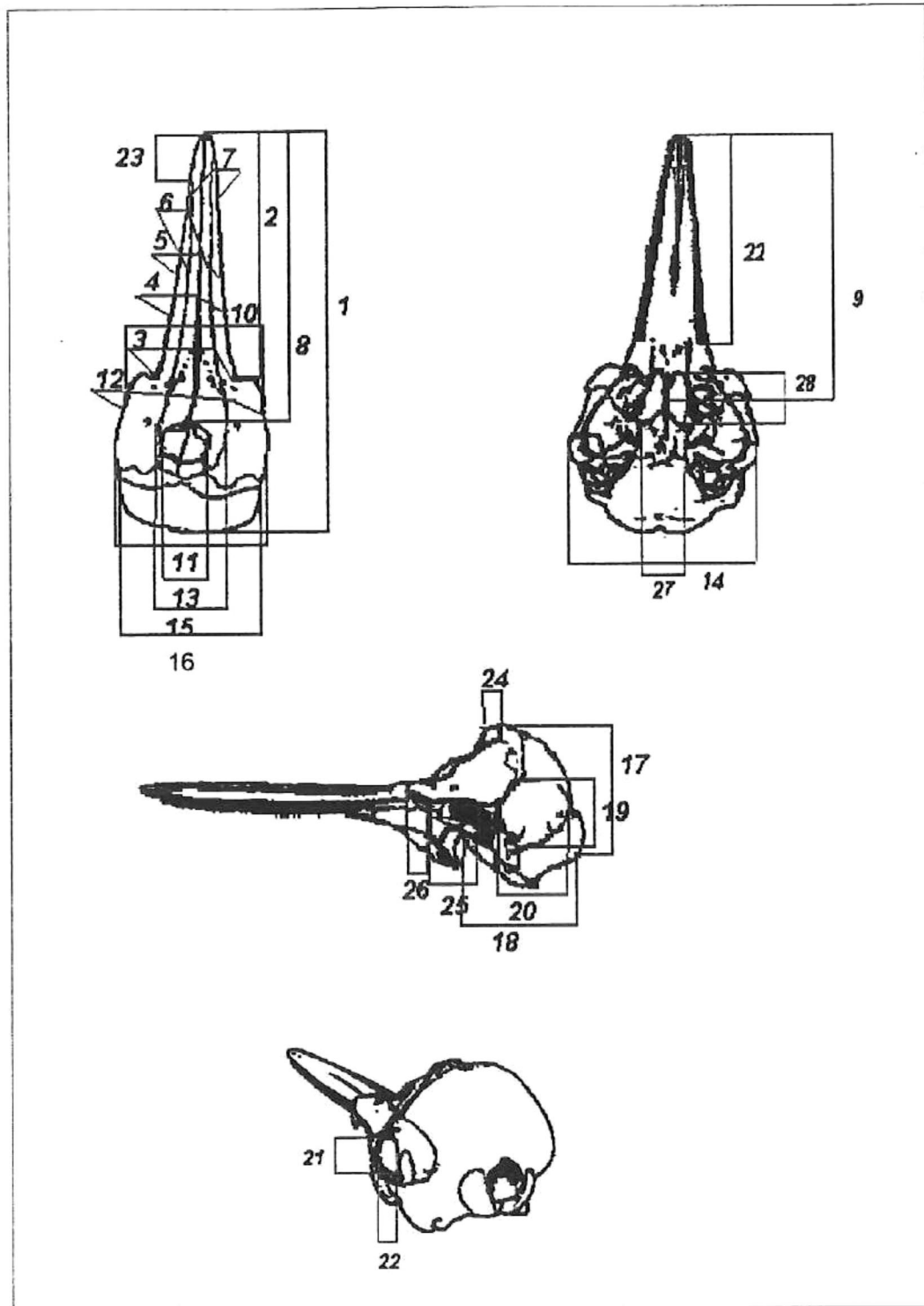


Figura 6. Medidas craneales utilizadas para obtener la base de datos, para el análisis morfométrico de cetáceos odontocetos; las medidas de la mandíbula no se consideran, por la dificultad de encontrar los especímenes fósiles completos (Tomada de Perrin, 1975) (ver texto).

Tabla IV. Medidas descriptivas del hueso periótico de odontocetos Delphinoidea utilizadas en la descripción morfométrica.

NO.	CARACTERÍSTICA
1	Ancho de la coclea.
2	Alto de la coclea.
3	Largo de la base del periótico, del punto distal del proceso posterior al punto proximal del proceso anterior.
4	Largo del proceso anterior.
5	Ancho del proceso anterior.
6	Largo del proceso posterior
7	Ancho del proceso posterior.
8	Ancho del canal que separa a la coclea del proceso anterior.
9	Largo del meato acústico interno.
10	Ancho del meato acústico interno.
11	Mayor ancho de la fenestra rotunda.
12	Mayor ancho del acueducto coclear.
13	Mayor ancho del acueducto vestibular.

1. Ancho de la coclea medido en la base de la coclea en vista ventral e incluyendo el canal del nervio facial.
2. Alto de la coclea medido en vista ventral desde la parte superior de la fenestra ovalis hasta el punto más alto de la coclea.
3. Largo de la base del periótico se mide del punto distal del proceso posterior al punto distal del proceso anterior.
4. Largo del proceso anterior se mide en vista ventral desde la orilla proximal de la fosa para la cabeza del malleus hasta la punta distal del proceso anterior.
5. Ancho del proceso anterior medido en vista ventral debajo de la fosa para la cabeza del malleus.
6. Largo del proceso posterior se mide en vista ventral de la fosa incudis hasta la porción distal del proceso posterior.

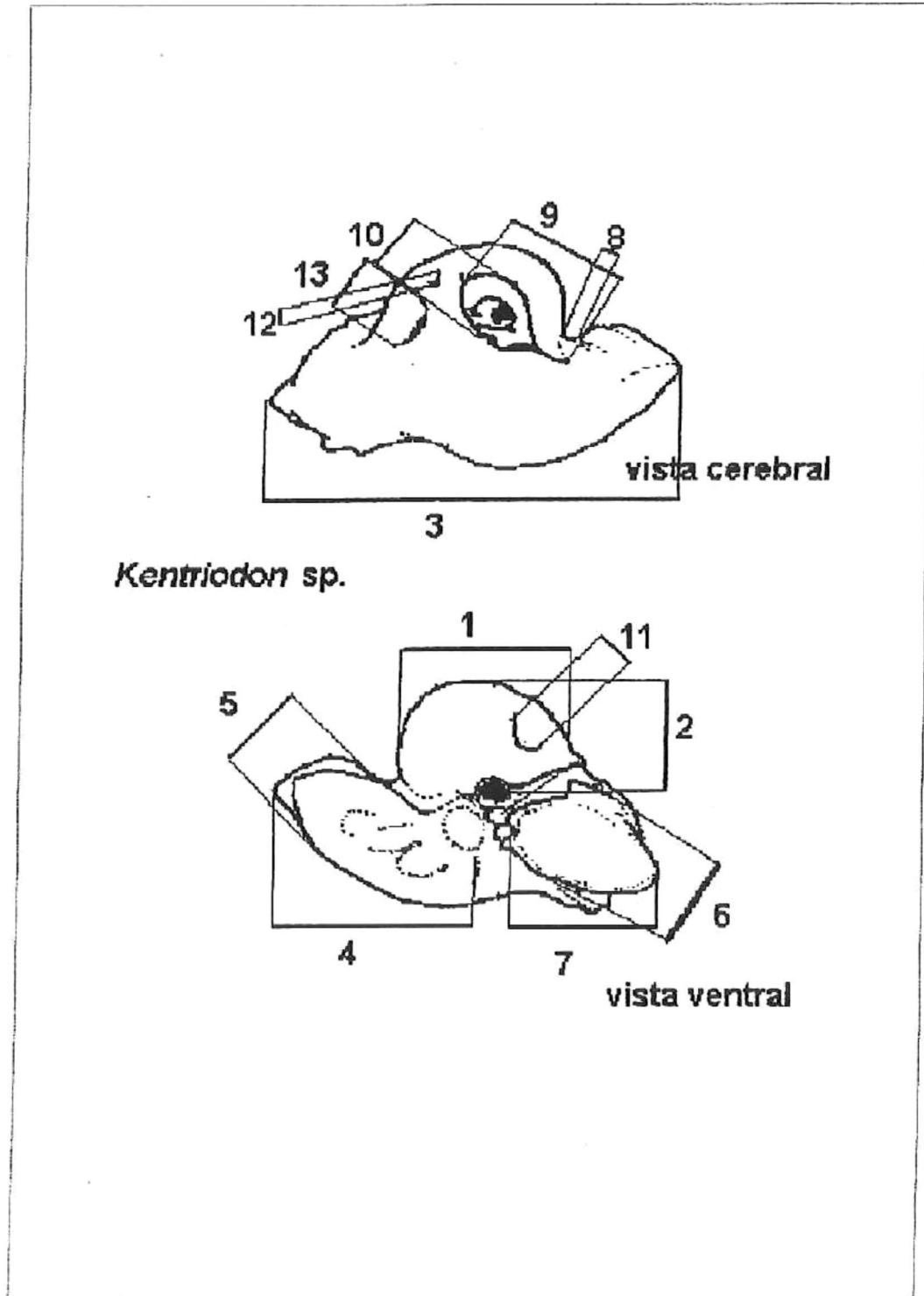


Figura 7. Medidas del hueso periótico utilizadas para obtener la base de datos para el análisis morfométrico de cetáceos odontocetos (modificada de Aranda-Manteca, 1984) (ver texto).

7. Ancho del proceso posterior se mide en vista ventral de una manera perpendicular a la medida anterior.
8. Ancho del canal que separa a la coclea del proceso anterior medido en vista ventral desde el borde superior del proceso anterior al borde lateral de la coclea.
9. Largo del meato acústico interno medido en vista cerebral desde el borde superior del meato acústico interno hasta el extremo pegado al acueducto de Fallopi.
10. Ancho del meato acústico interno medido en vista cerebral desde el borde lateral superior del meato acústico interno hasta el borde lateral inferior del meato acústico interno a la altura del foramen singular.
11. Mayor ancho de la fenestra rotunda.
12. Mayor ancho del acueducto coclear.
13. Mayor ancho del acueducto vestibular.

La base de datos obtenida se presenta en tablas y se analizó en dos partes: primero se analizó la base de datos del hueso periótico de especies en las que se estudio el cráneo y el hueso periótico, y posteriormente se analizó la base de datos del hueso periótico de todas las especies estudiadas. Se realizó un análisis de agrupamiento (Cluster) usando como medida distancias euclidianas y como método de amalgamamiento el de Ward. Este método es utilizado por ser el que mayor índice de correlación cofenética presentó para este tipo de base de datos. Este análisis se realizó en el programa Estadística para Windows.

La base de datos morfométricos obtenida de especímenes en los cuales se

estudio el cráneo y el hueso periótico se construye una tabla con ambas bases de datos y se analizó utilizando la estadística multivariada por análisis de agrupamiento (Cluster) usando como medida las distancias euclidianas y como método de amalgamamiento el de Ward. Este método es utilizado por ser el que mayor índice de correlación cofenética presentó para este tipo de base de datos. Este análisis se realizó en el programa Estadística para Windows.

4.3. Filogenia

La base de datos esta conformada por datos de tipo cualitativos, los cuales se presentan en una matriz de presencia -ausencia. Para caracteres primitivos se define como cero y para caracteres derivados se define como uno. En esta parte del trabajo se asume la relación monofilética de odontocetos (Barnes y Mitchell, 1978).

4.3.1. Cráneo

Para la filogenia del cráneo se realizó un reordenamiento de la tabla de datos obtenida en la sección de morfología del cráneo. Para este análisis se tomó sólo un espécimen por especie, para evitar repeticiones; y se tomaron únicamente especímenes adultos.

La base de datos obtenida se presenta en tablas y se analizó en tres partes: primero se analizó la base de datos craneales de todas las especies observadas; posteriormente se analizó la base de datos craneales en conjunto con los datos del hueso periótico, en las especies en que se observaron ambas estructuras óseas; y se finalizó analizando los datos craneales de las especies en que se

observaron en cráneo y el hueso periótico. Estas bases de datos se analizaron mediante el método cladístico, utilizando el programa Phylip, version 3.57; primero a cada base de datos se les aplicó un reordenamiento; después se construyó el cladograma utilizando el criterio de Dollop o polimorfismo parsimónico; y se finalizó al construir un árbol de consenso.

4.3.2. Hueso periótico

Para la filogenia del hueso periótico se utilizó la base de datos obtenida en la morfología del hueso periótico. Para este análisis se tomó un espécimen por especie para evitar repeticiones.

La base de datos obtenida se presenta en tablas y se analizó en tres partes: primero se analizó la base de datos de todos los huesos perióticos de las especies observadas; posteriormente se analizó la base de datos del hueso periótico en conjunto con la base de datos de los cráneos en las especies en que se observaron ambas estructuras óseas y se finalizó analizando los datos del hueso periótico de las especies en que se observaron en cráneo y el hueso periótico. Estas bases de datos se analizaron mediante el método cladístico, utilizando el programa Phylip, version 3.57; primero a cada base de datos se les aplicó un reordenamiento; después se construyó el cladograma utilizando el criterio de Dollop o polimorfismo parsimónico; y se finalizó al construir un árbol de consenso.

5. RESULTADOS

5.1. Resultados generales

5.1.1. Base de datos

5.1.1.1. General

La base de datos de este trabajo proviene de tres colecciones científicas que albergan restos esqueléticos de cetáceos, tanto de especies fósiles como de especies actuales. La colección del Museo de Historia Natural del Condado de Los Angeles (LACM, por sus siglas en inglés), en la ciudad de Los Ángeles, California, EE. UU.; donde se observaron y analizaron 33 cráneos y 80 huesos perióticos de 49 especies fósiles y 10 especies actuales. La colección del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), en la ciudad y puerto de Guaymas; donde se observaron y analizaron 13 cráneos y 12 huesos perióticos de tres especies actuales. Y la Colección Paleontológica del Estado de Baja California, México, en la Universidad Autónoma de Baja California, Campus Ensenada, Facultad de Ciencias Marinas, México (UABC-FCM); en donde se observaron y analizaron 10 cráneos, y 40 huesos perióticos de 18 especies fósiles y 6 especies actuales.

Se analizaron los datos de morfología y morfometría de un total de 56 cráneos y 132 huesos perióticos de odontocetos; 25 cráneos y 91 huesos perióticos de especímenes fósiles; 29 cráneos y 41 huesos perióticos de especímenes actuales, además de dos cráneos del suborden Archaeoceti Flower 1883, ambos fósiles. Estos especímenes corresponden a 36 especies descritas

formalmente y 45 especímenes no descritos formalmente.

En el Anexo 1 se muestra en forma de tablas la base de datos obtenida en este estudio, donde en la primera columna se encuentra el nombre de la especie, ordenados de acuerdo a la filogenia descrita por Fordyce y Barnes (1994); y en la última columna se encuentra el número de catálogo correspondiente al espécimen analizado. En la tabla A se muestra la base de datos morfológicos de los cráneos observados; en la Tabla B se muestra la base de datos morfológicos de los huesos perióicos observados; en la Tabla C se muestra la base de datos morfométricos de los cráneos observados, y en la Tabla D se muestra la base de datos morfométricos de los huesos perióicos analizados.

Se analizaron 81 especies o posibles especies, de las cuales 36 están descritas formalmente y 45 no están descritas formalmente (Tabla V). De estas 81 especies, dos pertenecen a cetáceos primitivos, posiblemente sean la base de la diversificación de los arqueocetos hacia odontocetos y mysticetos. Un espécimen pertenece a la familia Agorophiidae del cual su descripción está en preparación. Tres especies pertenecen a la Superfamilia Physeteroidea, dos especies pertenecen a la superfamilia Platanistoidea, y una especie pertenece a la Superfamilia Eurhinodelphoidea. Estos cetáceos con características más primitivas que los pertenecientes a la superfamilia Delphinoidea y fueron estudiados para tener un precedente de la diversificación de los odontocetos, en la base de datos del presente estudio.

Tabla V.-Relación sistemática de especímenes de odontocetos utilizados para obtener la base de datos. Los especímenes ya descritos (D) se presentan con la sistemática o con el nivel de aproximación hasta el momento aceptado. Para los no descritos (ND) (para ver colección y número de catálogo, ver anexo 2).

Superfamilia	Familia	Subfamilia	Género y Especie	Cráneo	Periótico derecho	Periótico izquierdo
			Cetáceo primitivo	ND	1	0
			Cetáceo primitivo	ND	1	0
no resuelta	Agorophiidae		<i>Adelodelphis whitmorei</i>	D	1	0
Physeteroidea	Physeteridae	Physeterinae	<i>Aulophyseter morricei</i>	D	0	4
	Kogiidae		<i>Scaphokogia sp</i>	ND	0	0
			<i>Kogia breviceps</i>	D	1	1
Platanistoidea	Squalodontidae	Squalodontinae	<i>Squalodon herrabundus</i>	D	1	0
	Platanistidae		<i>Platanista gangetica</i>	D	1	0
Eurhinodelphoidea	Eurhinodelphidae		cf. <i>Eurhinodelphis</i>	ND	0	1
Delphinoidea	Kentriodontidae	Kampholophinae	<i>Liolithax pappus</i>	D	0	0
			kentriodontido1	ND	1	1
			<i>Delphinodon dividum</i>	D	1	0
		Kentriodontinae	Kentriodontinae	ND	1	0
			<i>Kentriodon pernix</i>	D	1	1
			<i>Liolithax kernensis</i>	D	1	6
			Kentriodontinae1	ND	1	0
			Kentriodontinae2	ND	0	1
			Kentriodontinae3	ND	0	1
			<i>Platylithax robusta</i>	D	0	1
			<i>Kentriodon obscurus</i>	D	0	1
			<i>Loxolithax sinuosa</i>	D	0	0
			Kentriodontinae4	ND	0	1
			<i>Penttila porpoisea</i>	ND	1	0
			Kentriodontinae5	ND	1	0
			Kentriodontinae6	ND	1	0
			Kentriodontinae7	ND	1	0
			Kentriodontinae8	ND	1	0
			<i>Lamprolithax simulans</i>	D	1	0
			<i>Lamprolithax annectens</i>	D	0	0
		Pithanodelphinae	Pithanodelphinae	ND	1	0
			<i>Pithanodelphis nasalis</i>	D	1	0
		Lophocetinae	<i>Lophocetus repenningi</i>	D	1	0
	Albireonidae		<i>Albireo whistleri</i>	D	1	2
	Monodontidae	Orcaellinae	<i>Orcinus orca</i>	D	1	0
		Delphinapterinae	<i>Denebola brachycephala</i>	D	2	2
			<i>Denebola morfotipo I</i>	ND	0	1
			<i>Denebola morfotipo II</i>	ND	0	1
	Delphinidae	Delphininae	<i>Tursiops truncatus</i>	D	1	1
			<i>Delphinus delphis</i>	D	2	2
			<i>Lagenorhynchus sp.</i>	ND	1	1
			<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	D	1	1
			<i>Lissodelphis borealis</i>	D	1	1
			Delphinido	ND	1	0
			Delphinido1	ND	0	1
			Delphinido2	ND	0	1
			Delphinido3	ND	0	1
			Delphinido4	ND	0	1
			Delphinido5	ND	0	1
			Delphinido6	ND	0	1
			Delphinido7	ND	0	1
			<i>Tursiops</i>	ND	0	1
		Globicephalinae	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	D	1	1
	Phocoenidae		Phocoenidae	ND	0	1
			Phocoenidae1	ND	0	1
			Phocoenidae2	ND	0	1
			Phocoenidae3	ND	0	0
			Phocoenidae4	ND	0	1
			Phocoenidae5	ND	0	1
			Phocoenidae6	ND	0	0
			Phocoenidae7	ND	0	0
			Phocoenidae8	ND	0	1
			Phocoenidae9	ND	0	1
			Phocoenidae10	ND	0	1
		Phocoenoidinae	<i>Piscolithax tedfordi</i>	D	1	4
			<i>Piscolithax borelos</i>	D	1	0
			<i>Phocoenoides dalli</i>	D	1	1
			<i>Australophocaena dioptrica</i>	D	1	0
			<i>Salamiphocaena stocktoni</i>	D	0	2
			<i>Piscolithax morfotipo I</i>	ND	0	1
			<i>Piscolithax morfotipo II</i>	ND	0	1
		Phocoeninae	<i>Phocoena spiniplnnis</i>	D	1	2
			<i>Phocoena phocoena</i>	D	2	2
			<i>Neophocaena phocaenoides</i>	D	1	1
			Phocoenido morfotipo I	ND	1	2
			Phocoenido morfotipo II	ND	0	2
			Phocoenido morfotipo III	ND	0	1
			Phocoenido morfotipo IV	ND	0	1
			Phocoenido morfotipo V	ND	0	2
			<i>Phocoena sinus</i>	D	13	8
no resuelta	Iniidae		<i>Inia geoffrensis</i>	D	1	1
			Total:		56	80
			Total de huesos perióticos:			132

De la Superfamilia Delphinoidea se estudiaron 70 especies o posibles especies, de las cuales 24 pertenecen a la familia Kentriodontidae; una a la familia Albireonidae; cuatro a la familia Monodontidae; 15 a la familia Delphinidae; 27 a la familia Phocoenidae; y una especie de la familia Iniidae de la cual aún no se resuelve la superfamilia a la que pertenece.

La especie con mayor número de especímenes estudiados fue *Phocoena sinus*, con 13 cráneos y 15 huesos perióticos.

Las especies definidas como Delphinido, Delphinido1, etc., Phocoenidae, Phocoenidae1, etc. y Phocoenido morfotipo I, Phocoenido morfotipo II, etc. posiblemente pertenezcan a una especie definida o entre ellas formen una nueva especie; lo que se definirá con base en las asociaciones que conformen en los análisis estadísticos realizados posteriormente a estos datos.

En el Anexo 2 se muestran en forma de listado y en el orden establecido anteriormente los especímenes analizados en este trabajo, cada espécimen se acompaña del número de catálogo, del nombre de la especie (si está descrita), del lugar donde fue colectado, por quien y cuando fue colectado, y en algunos casos se acompaña una pequeña descripción.

5.1.1.2. Conjuntos

De las 81 posibles especies que se analizaron, a 26 se analizó el cráneo y por lo menos un hueso periótico (Tabla VI). De estas 26 especies, 24 están descritas formalmente y dos son especies que no están descritas formalmente. Todos los cráneos están en buen estado de preservación, excepto el cráneo de *Liolithax kernensis* y el cráneo de Phocoenido morfotipo I. 13 de estas especies

Tabla VI. Listado de especies para el estudio del cráneo y hueso periótico: D (descrita formalmente) y ND (no descrita formalmente). Se añade la época geológica y el estado de preservación del cráneo.

Superfamilia	Familia	Subfamilia	Género y Especie		Epoca	Cráneo
no resuelta	Agorophiidae		<i>Adelodelphis whitmoire</i>	D	Oligoceno	Completo
Physeteroidea	Kogiidae		<i>Kogia breviceps</i>	D	Actual	Completo
Platanistoidea	Platanistidae		<i>Platanista gangetica</i>	D	Actual	Completo
Delphinoidea	Kentriodontidae	Kampholophinae	Kentriodontido1	ND	Mioceno Medio	Completo
		Kentriodontinae	<i>Kentriodon permix</i>	D	Mioceno Medio	Completo
			<i>Liolithax kernensis</i>	D	Mioceno Medio	Incompleto
			<i>Kentriodontinae8</i>	D	Mioceno Medio	Completo
			<i>Lamprolithax simulans</i>	D	Mioceno Medio	Completo
			<i>Pithanodelphis nasalis</i>	D	Mioceno Medio	Completo
	Albireonidae		<i>Albireo whistleri</i>	D	Mioceno Tárdeo	Completo
	Monodontidae	Delphinapterinae	<i>Denebola brachycephala</i>	D	Mioceno Tárdeo	Completo
	Delphinidae	Delphininae	<i>Tursiops truncatus</i>	D	Actual	Completo
			<i>Delphinus delphis</i>	D	Actual	Completo
			<i>Lagenorhynchus sp.</i>	ND	Plioceno Temprano	Completo
			<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	D	Actual	Completo
			<i>Lisodelphis borealis</i>	D	Actual	Completo
		Globicephalinae	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	D	Actual	Completo
	Phocoenidae	Phocoenoidinae	<i>Piscolithax tedfordi</i>	D	Mioceno Tárdeo	Completo
			<i>Piscolithax boreios</i>	D	Mioceno Tárdeo	Completo
			<i>Phocoenoides dalli</i>	D	Actual	Completo
		Phocoeninae	<i>Phocoena spinipinnis</i>	D	Actual	Completo
			<i>Phocoena phocoena</i>	D	Actual	Completo
			<i>Neophocaena phocaenoides</i>	D	Actual	Completo
			Phocoenido morfotipo I	ND	Mioceno Tárdeo	Incompleto
			<i>Phocoena sinus</i>	D	Actual	Completo
no resuelta	Iniidae		<i>Inia geoffrensis</i>	D	Actual	Completo

son fósiles y 13 son actuales. Las especies fósiles se encontraron en depósitos sedimentarios marinos, fechados en un rango estratigráfico del Oligoceno hasta el Plioceno temprano.

De la mayoría sólo se observó un espécimen, excepto en *Delphinus delphis*, *Phocoena phocoena* y *Phocoena sinus*; de las dos primeras se observaron dos especímenes y de la última se observaron 13 especímenes.

Las especies Kentriodontido 1, *Lagenorhynchus sp.* y Phocoenido morfotipo I que son especies no descritas formalmente, las tres pueden ser consideradas nuevas especies, pues el cráneo ni el hueso periótico han sido asignados a alguna especie ya descrita. Cabe aclarar que la especie nombrada en este trabajo

como *Adelodelphis* n sp., aún no ha sido descrita formalmente y el nombre que en este trabajo se le asigna se obtuvo de las notas de laboratorio que acompañan a esta especie.

5.1.1.3. Craneales

De las 81 posibles especies que se analizaron, 15 especies solo se analizó el cráneo (Tabla VII). Todos los cráneos están en buen estado de preservación. De estas especies 5 están descritas formalmente y 10 son especies o especímenes no descritas formalmente.

Se estudiaron dos especies de cetáceos primitivos, del suborden Archaeoceti, de los cuales su descripción esta en preparación. Posiblemente estas dos especies se encuentren en la base de la diversificación de los odontocetos y los mysticetos.

Tabla VII. Listado de especies para el estudio del cráneo: D (descrita formalmente) y ND (no descrita formalmente). Se añade la época geológica y el estado de preservación del cráneo.

Superfamilia	Familia	Subfamilia	Género y Especie		Epoca	Cráneo
			Cetáceo primitivo	ND	?	Completo
			Cetáceo primitivo	ND	?	Completo
Platanistoidea	Squalodontidae	Squalodontinae	<i>Squalodon herrabundus</i>	D	Mioceno medio	Completo
Delphinoidea	Kentriodontidae	Kampholophinae	<i>Delphinodon dividum</i>	D	Mioceno medio	Completo
		Kentriodontinae	Kentriodontinae	ND	Mioceno medio	Completo
			Kentriodontinae1	ND	Mioceno medio	Completo
			<i>Penttila porpoisea</i>	ND	Mioceno medio	Completo
			Kentriodontinae5	ND	Mioceno medio	Completo
			Kentriodontinae6	ND	Mioceno medio	Completo
			Kentriodontinae7	ND	Mioceno medio	Completo
			Pithanodelphinae	ND	Mioceno medio	Completo
		Lophocelinae	<i>Lophocetus repenningi</i>	D	Mioceno medio	Completo
	Monodontidae	Orcaellinae	<i>Orcinus orca</i>	D	Actual	Completo
	Delphinidae	Delphininae	Delphinido	ND	Plioceno temprano	Completo
		Phocoenoidinae	<i>Australophocaena dioptrica</i>	D	Actual	Completo

5.1.1.4. Hueso periótico

De las 81 posibles especies que se analizaron, a 40 se estudio por lo menos un hueso periótico (Tabla VIII). De estas especies ocho están descritas formalmente y 32 no están descritas formalmente. Todos los huesos perióticos están en buen estado de preservación.

Tabla VIII. Listado de especies para el estudio del hueso periótico: D (descrita formalmente) y ND (no descrita formalmente). Se añade la época.

Superfamilia	Familia	Subfamilia	Género y Especie		Época		
Physeteroidea	Physeteridae	Physeterinae	<i>Aulophyseter morricei</i>	D	Mioceno medio		
	Kogiidae		<i>Scaphokogia sp</i>	ND	Plioceno temprano		
Eurhinodelphoidea	Eurhinodelphidae		<i>cf. Eurhinodelphis</i>	ND	Mioceno medio		
Delphinoidea	Kentriodontidae	Kampholophinae	<i>Liolithax pappus</i>	D	Mioceno medio		
		Kentriodontinae	Kentriodontinae2	ND	Mioceno medio		
			Kentriodontinae3	ND	Mioceno medio		
				<i>Platolithax robusta</i>	D	Mioceno medio	
				<i>Kentriodon obscurus</i>	D	Mioceno medio	
				<i>Loxolithax sinuosa</i>	D	Mioceno medio	
				Kentriodontinae4	ND	Mioceno medio	
				<i>Lamproolithax annectens</i>	D	Mioceno medio	
		Monodontidae	Delphinapterinae		<i>Denebola</i> morfotipo I	ND	Mioceno tardío
					<i>Denebola</i> morfotipo II	ND	Mioceno tardío
	Delphinidae	Delphininae		Delphinido1	ND	Plioceno temprano	
				Delphinido2	ND	Plioceno temprano	
				Delphinido3	ND	Plioceno temprano	
				Delphinido4	ND	Plioceno temprano	
				Delphinido5	ND	Actual	
				Delphinido6	ND	Actual	
				Delphinido7	ND	Actual	
Phocoenidae			<i>Tursiops</i>	ND	Plioceno temprano		
			Phocoenidae	ND	Mioceno medio		
			Phocoenidae1	ND	Mioceno medio		
			Phocoenidae2	ND	Plioceno medio		
			Phocoenidae3	ND	Plioceno medio		
			Phocoenidae4	ND	Plioceno medio		
			Phocoenidae5	ND	Plioceno medio		
			Phocoenidae6	ND	Plioceno medio		
			Phocoenidae7	ND	Plioceno medio		
			Phocoenidae8	ND	Plioceno medio		
	Phocoenidae9	ND	Mioceno tardío				
	Phocoenidae10	ND	Plioceno temprano				
Phocoenoidinae			<i>Salamiphocoena stocktoni</i>	D	Mioceno tardío		
			<i>Piscolithax</i> morfotipo I	ND	Mioceno tardío		
			<i>Piscolithax</i> morfotipo II	ND	Mioceno tardío		
		Phocoeninae		Phocoenido morfotipo II	ND	Mioceno tardío	
				Phocoenido morfotipo III	ND	Mioceno tardío	
	Phocoenido morfotipo IV		ND	Mioceno tardío			
		Phocoenido morfotipo V	ND	Mioceno tardío			

Las especies o especímenes que no están descritas formalmente, posiblemente en los análisis estadísticos se establezca alguna relación con especies ya descritas.

5.1.2. Estratigrafía

El intervalo geológico de las familias de odontocetos observadas (Figura 8) se extiende desde el Oligoceno tardío hasta el reciente.

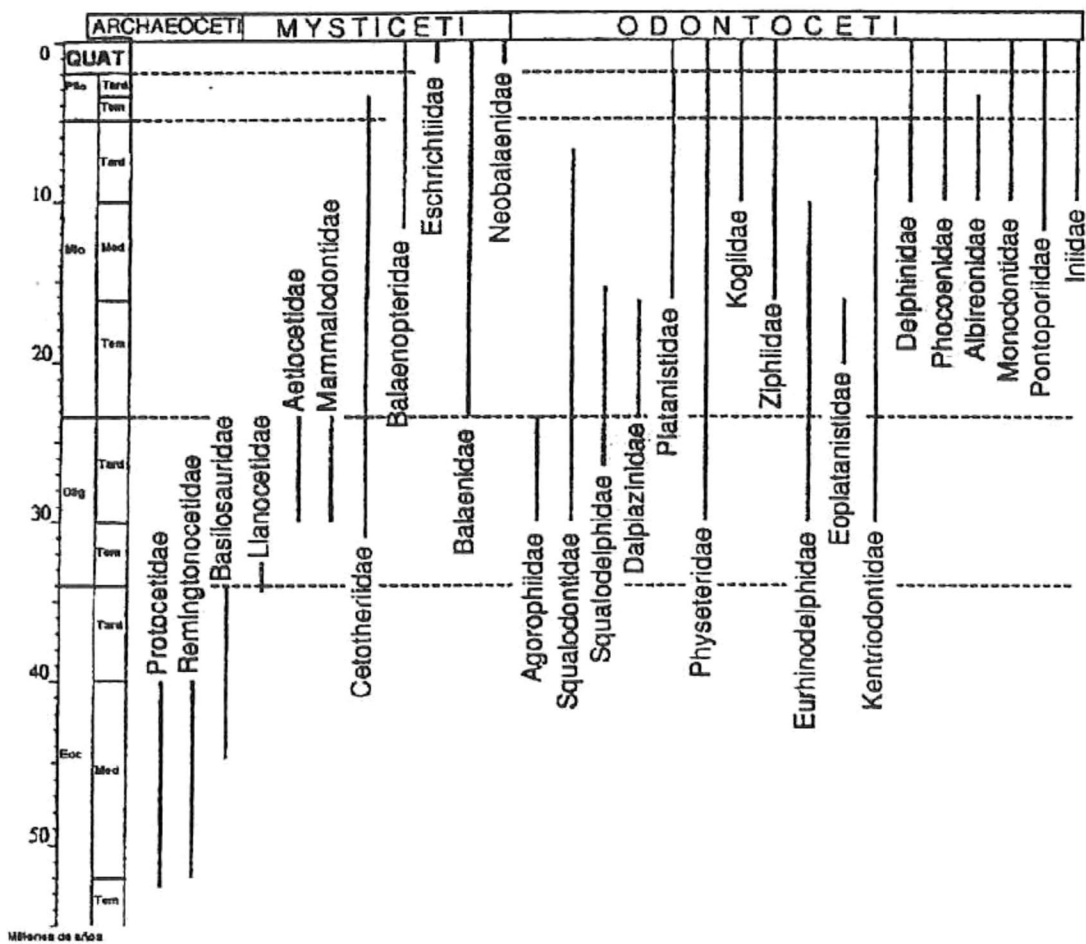


Figura 8. Intervalo geológico de las familias de odontocetos observadas (Modificada de Barnes, 1972 y de Fordyce y Barnes, 1994). Plio, Plioceno; Mio, Mioceno; Olig, Oligoceno; Eoc, Eoceno; Tard, Tardío; Med, Medio; Tem, Temprano.

La mayoría de las especies estudiadas pertenecientes a la superfamilia Delphinoidea se ha establecido un intervalo del Mioceno medio al reciente; con excepción de algunos kentriodontidos que tienen un intervalo establecido del Oligoceno tardío al Mioceno temprano.

Las localidades donde se colectaron las especies o posibles especies fósiles pertenecen a varias formaciones de Norteamérica (Figura 9). Del Oligoceno tardío, la formación Toledo miembro superior (23 a 30 millones de años), localidad Bluff al norte del Río Yaquina en Oregon, EE. UU. (Barnes, 1976). Del Mioceno medio temprano, formación Rosarito Beach miembro Los Indios (15 millones de años), en la Mesa de la Misión, Baja California, México (Aranda-Manteca, 2000). Del Mioceno medio temprano y Mioceno medio, localidad Round Mountain Silt (13.5 a 15 millones de años), en Sharktooth Hill condado de Kern, California, EE. UU. (Barnes, 1976 y 1999; y Bayless et al., 1999). Del Mioceno medio temprano, formación Monterey (13 a 16 millones de años), condado de Orange, California, EE. UU. (Barnes, 1976). Del Mioceno medio, formación Calvert (10.5 a 16.5 millones de años), en el condado de Calvert, Maryland, EE. UU. (Gottfried et al., 1994). Del Mioceno tardío, formación Monterey (8 a 13 millones de años), en la colina Palos Verdes condado de Los Ángeles, California, EE. UU. (Barnes, 1976). Del Mioceno tardío, formación Santa Margarita (8 a 13 millones de años) en el condado de Santa Barbara, California, EE. UU. (Barnes, 1976). Del Mioceno tardío (Clarendoniano), formación Niguel (9 a 13 millones de años), Laguna Niguel, Condado de Orange, California, EE. UU. (Barnes, 1976). Del Mioceno tardío, formación Almejas Inferior (8 millones de años), en Isla Cedros, Baja

California, México (Barnes, 1976; Hernández-Rosado, 1995; y Flores-Trujillo, 1998). Del Mioceno tardío-Plioceno medio, formación Purisima (6.7 millones de años), Santa Cruz, California, EE. UU. (Barnes, 1976). Del Mioceno tardío-Plioceno temprano (Hemphiliano), formación Capistrano (4 a 10 millones de años), Condado de Orange, California, EE. UU.; de la misma época, localidad 4166 en el paseo del Niquel, Condado de Orange, California, EE. UU. (Barnes, 1976). Del Plioceno temprano, localidad San Francisquito (3 a 5 millones de años), Baja California Sur, México. Del Plioceno medio, localidad Tirabuzón (3 a 4 millones de años), colina Tirabuzón al norte de Santa Rosalía, Baja California Sur, México (Flores et al., 1991; y Barnes, 1998).

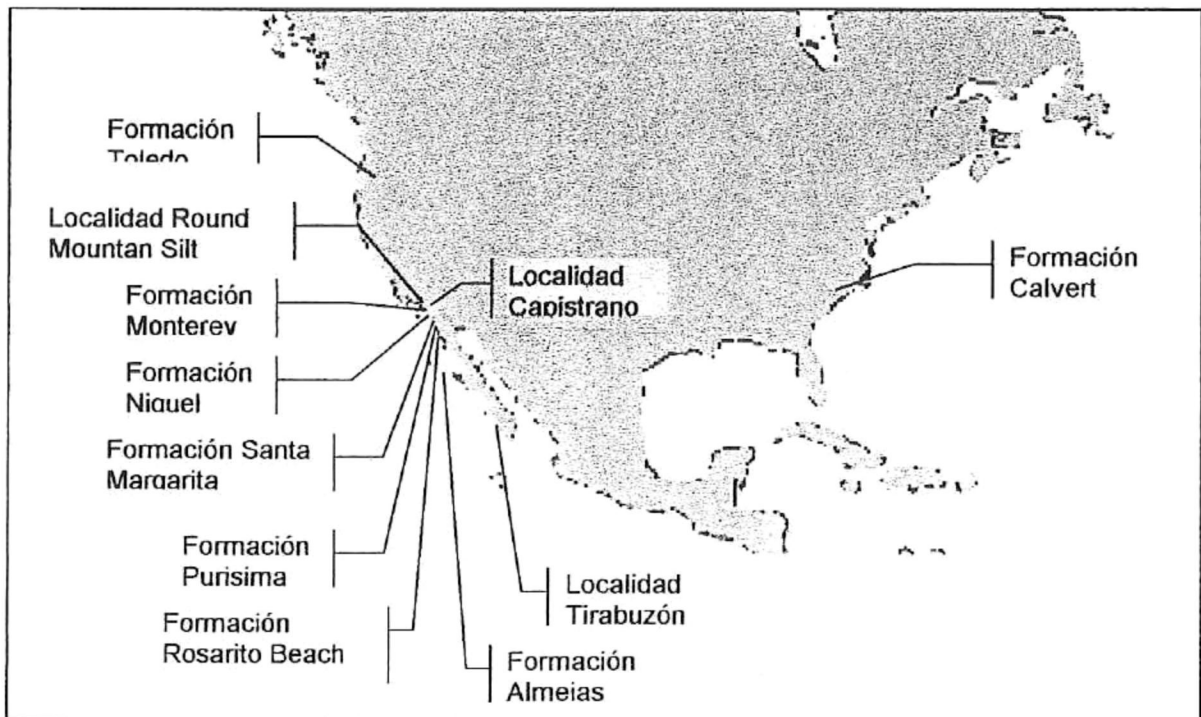


Figura 9.-Localidades donde se colectaron las especies o posibles especies de cetáceos odontocetos fósiles observadas (Modificada de Barnes, 1976).

Con excepción de la formación Calvert, todos los especímenes estudiados, representan la fauna fósil de odontocetos Delphinoidea del Oligoceno tardío al Plioceno medio en el Pacífico nororiental.

En la Tabla IX se muestra en forma de listado a las especies y especímenes estudiados, así como la localidad o formación geológica y el intervalo de tiempo geológico estimado para cada localidad o formación.

Las localidades donde se han colectado un mayor número de especímenes es la localidad Round Mountain Silt, California, EE. UU. Y la formación Almejas Inferior, en Isla Cedros, Baja California, México.

Los cráneos y huesos perióticos de especies actuales fueron colectados en diferentes partes del mundo, en la figura 10 se muestran los sitios donde fueron colectados y las instituciones que los resguardan. Se observaron especies del Alto Golfo de California, México; de Bahía Todos Santos, Baja California, México; de California, EE. UU.; de Pakistán; de Perú; de Japón; y de Colombia.

Las instituciones que resguardan a los especímenes fósiles y actuales estudiados en este trabajo son el Museo de Historia Natural del Condado de los Angeles, en los Angeles, California, EE. UU.; La colección de vertebrados fósiles del Estado de Baja California en la Facultad de Ciencias Marinas, Campus Ensenada de la Universidad Autónoma de Baja California, México; y en la colección del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey en la ciudad y puerto de Guaymas, Sonora, México.

Tabla IX.- Muestra el listado de especies y la Formación geológica donde fueron colectadas. Se muestra el intervalo en tiempo estimado para cada formación geológica.

Antigüedad (en millones de años)		23 a 30	10.5 a 16.5	15	13.5 a 15	13 a 16	8 a 13	6 a 13	9 a 13	6 a 8	0.7	4 a 10	3 a 5	3 a 4	Act
Género y Especie/Formación		Toledo	Calvert	Rosario Beach	Round Mountain Silt	Monterey	Monterey	Santa Margarita	Nguei	Atmejas	Purisima	Capistrano	Gloria	Tirabuzón	Act
Cetáceo primitivo	ND														
Cetáceo primitivo	ND														
<i>Adelodelphis whitmorei</i>	D	X													
<i>Aulophyseter morricei</i>	D				X										
<i>Scaphokogia sp</i>	ND												X		
<i>Kogia breviceps</i>	D														
<i>Squalodon herrabundus</i>	D				X										
<i>Platanista gangetica</i>	D														
cf. <i>Eurhinodelphis</i>	ND		X												
<i>Liolithax pappus</i>	D		X												
Kentriodontido1	ND					X									
<i>Delphinodon dividum</i>	D		X												
Kentriodontinae	ND				X										
<i>Kentriodon pernix</i>	D		X												
<i>Liolithax kernensis</i>	D			X	X										
Kentriodontinae1	ND			X											
Kentriodontinae2	ND			X											
Kentriodontinae3	ND			X											
<i>Platylithax robusta</i>	D				X										
<i>Kentriodon obscurus</i>	D				X										
<i>Loxolithax sinuosa</i>	D				X										
Kentriodontinae4	ND			X											
<i>Penttila porpoisea</i>	ND					X									
Kentriodontinae5	ND				X										
Kentriodontinae6	ND				X										
Kentriodontinae7	ND				X										
Kentriodontinae8	ND					X									
<i>Lamprolithax simulans</i>	D				X										
<i>Lamprolithax annectens</i>	D				X										
Pithanodelphininae	ND				X										
<i>Pithanodelphis nasalis</i>	D								X						
<i>Lophocetus repenningi</i>	D							X							
<i>Albireo wistleri</i>	D									X					
<i>Orcinus orca</i>	D														
<i>Denebola brachycephala</i>	D									X					
<i>Denebola morfotipo I</i>	ND									X					
<i>Denebola morfotipo II</i>	ND									X					
<i>Tursiops truncatus</i>	D														
<i>Delphino delphis</i>	D														
<i>Lagenorhynchus sp.</i>	ND												X		
<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	D														
<i>Lissodelphis borealis</i>	D														
Delphinido	ND												X		
Delphinido1	ND												X		
Delphinido2	ND												X		
Delphinido3	ND												X		
Delphinido4	ND												X		
Delphinido5	ND														
Delphinido6	ND														
Delphinido7	ND														
<i>Tursiops</i>	ND												X		
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	D														
Phocoenidae	ND									X					
Phocoenidae1	ND									X					
Phocoenidae2	ND										X				
Phocoenidae3	ND											X			
Phocoenidae4	ND												X		
Phocoenidae5	ND					X									
Phocoenidae6	ND											X			
Phocoenidae7	ND												X		
Phocoenidae8	ND												X		
Phocoenidae9	ND													X	
Phocoenidae10	ND									X					
<i>Piscolithax tedfordi</i>	D									X					
<i>Piscolithax borealis</i>	D									X					
<i>Phocoenoides dalli</i>	D														
<i>Austrelphocaena dioptrica</i>	D														
<i>Salamusphocaena stocktoni</i>	D														
<i>Piscolithax morfotipo I</i>	ND									X					
<i>Piscolithax morfotipo II</i>	ND									X					
<i>Phocoena spinipinnis</i>	D														
<i>Phocoena phocaena</i>	D														
<i>Neophocaena phocaenoides</i>	D														
Phocoenido morfotipo I	ND									X					
Phocoenido morfotipo II	ND									X					
Phocoenido morfotipo III	ND									X					
Phocoenido morfotipo IV	ND									X					
Phocoenido morfotipo V	ND									X					
<i>Phocoena sinus</i>	D														X
<i>Inia geoffrensis</i>	D														X

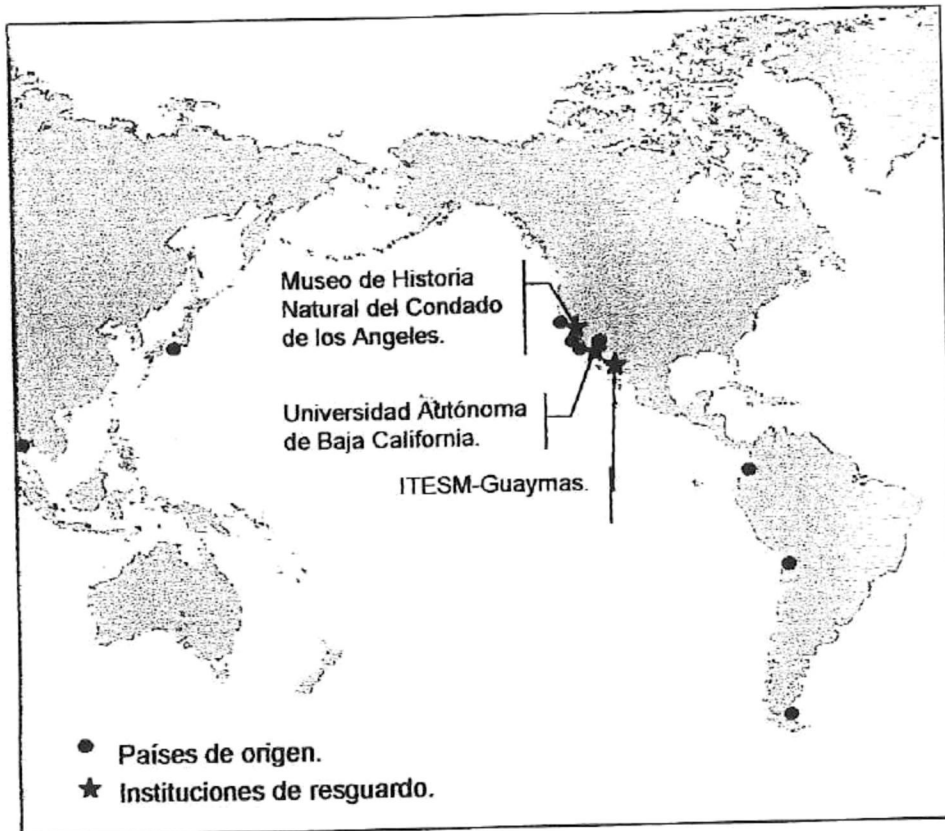


Figura 10. Ubicación geográfica de los países de origen de las especies actuales de odontocetos observadas y las instituciones que resguardan el material biológico observado.

5.1.3. Paleontología sistemática

La sistemática de las especies estudiadas se presenta a continuación (Tabla X), siguiendo como base la sistemática descrita por Fordyce y Barnes (1994) y para el caso de la familia Kentriodontidae se siguió la sistemática descrita por Ichishima *et al.* (1994).

Tabla X. Sistemática de las especies estudiadas.

Orden	Suborden	Superfamilia	Familia	Subfamilia	Genero y Especie o nombre de referencia
Cetacea	Archaeoceti	ND	ND	ND	ND
		ND	ND	ND	ND
	Odontoceti	NR	Agorophidae		<i>Adelodelphis</i> nsp
		Physeteroidea	Physeteridae	Physeterinae	<i>Autophyseter morricei</i>
			Kogidae		<i>Scaphokogia</i> sp
					<i>Kogia breviceps</i>
		Platanistoidea	Squalodontidae	Squalodontinae	" <i>Squalodon</i> " <i>herrabundus</i>
			Platanistidae		<i>Platanista gangetica</i>
		Eurhinodelphoidea	Eurhinodelphidae		<i>Eurhinodelphis</i>
		Delphinoidea	Kentriodontidae	Kampholophinae	<i>Lolithax pappus</i>
					<i>Lolithax kernensis</i>
					Kentriodontido1
					<i>Delphinodon dividum</i>
				Kentriodontinae	Kentriodontinae
					<i>Kentriodon pernix</i>
					Kentriodontinae1
					Kentriodontinae2
					Kentriodontinae3
					<i>Platylithax robusta</i>
					<i>Kentriodon obscurus</i>
					<i>Loxolithax sinuosa</i>
					Kentriodontinae4
					<i>Penttila porposea</i>
					Kentriodontinae5
					Kentriodontinae6
					Kentriodontinae7
					Kentriodontinae8
					<i>Lamprolithax simulans</i>
					<i>Lamprolithax annectens</i>
				Pitthanodelphinae	<i>Pitthanodelphis nasalis</i>
				Lophocetinae	<i>Lophocetus reppening</i>
			Albireonidae		<i>Albireo wistleri</i>
			Monodontidae	Orcaellinae	<i>Orcinus orca</i>
				Delphinapterinae	<i>Denebola bractycephala</i>
					<i>Denebola morfotipo I</i>
					<i>Denebola morfotipo II</i>
			Delphinidae	Delphininae	<i>Tursiops truncatus</i>
					<i>Tursiops</i>
					<i>Dolphinoides</i>
					<i>Lagenorhynchus</i> sp
					<i>Lagenorhynchus obliquidans</i>
					<i>Lissodelphis borealis</i>
					Delphinido
					Delphinido1
					Delphinido2
					Delphinido3
					Delphinido4
					Delphinido5
					Delphinido6
					Delphinido7
				Globicephalinae	<i>Globicephala macrorhynchus</i>
			Phocoenidae		Phocoenidae
					Phocoenidae1
					Phocoenidae2
					Phocoenidae3
					Phocoenidae4
					Phocoenidae5
					Phocoenidae6
					Phocoenidae7
					Phocoenidae8
					Phocoenidae9
					Phocoenidae10
				Phocoenoidinae	<i>Piscolithax tedfordi</i>
					<i>Piscolithax borrios</i>
					<i>Phocoenoides dalli</i>
					<i>Australophocaena dioptrica</i>
					<i>Salamphocaena stocktoni</i>
					<i>Piscolithax morfotipo I</i>
					<i>Piscolithax morfotipo II</i>
				Phocoeninae	<i>Phocoena spinipinnis</i>
					<i>Phocoena phocoena</i>
					<i>Neophocaena phocaenoides</i>
					Phocoeninae morfotipo I
					Phocoeninae morfotipo II
					Phocoeninae morfotipo III
					Phocoeninae morfotipo IV
					<i>Phocoena sinus</i>
		NR	Inidae		<i>Inia geoffrensis</i>

ND: no determinado.
NR: no resuelto.

5.2. Resultados morfológicos

5.2.1. Cráneo de odontocetos

La asociación de especies descritas formalmente y de los especímenes que no están descritos formalmente en las que se estudio el cráneo y el hueso periótico, con datos del cráneo (Figura 11), muestra de forma general dos grandes grupos (1 y 2) separados por una distancia de 3.3.

El primer grupo asocia a los especímenes con características más primitivas. En este grupo se observan dos grupos bien definidos; el primero (1A) asocia a los especímenes de la familia Kentriodontidae tanto de la subfamilia Kampholophinae como de la Kentriodontinae. Y en el segundo (1B) se asocian los especímenes con características más primitivas de la familia Delphinidae, subfamilia Delphininae (*Tursiops truncatus* y *Delphinus delphis*), además de la especie con mayor numero de características derivadas de la familia Kentriodontidae, subfamilia Pithanodelphinae (*Pithanodelphis nasalis*) y a la especie actual de la superfamilia Platanistoidea, familia Platanistidae (*Platanista gangetica*).

El segundo grupo asocia a las especies con mayor numero de características derivadas. En este grupo destaca la presencia de *Adelodelphis* nsp. al principio de la asociación, la separación de *Inia geoffrensis* y *Albireo wistleri* en un grupo separado del resto de las asociaciones (2A1) y la presencia de *Piscolithax tedfordi* como único espécimen de un grupo separado (2A2A') de los representantes de la familia Phocoenidae y alejado de *Piscolithax boreios*. En este grupo se observan dos asociaciones relevantes, la primera asociación representa al grupo de la

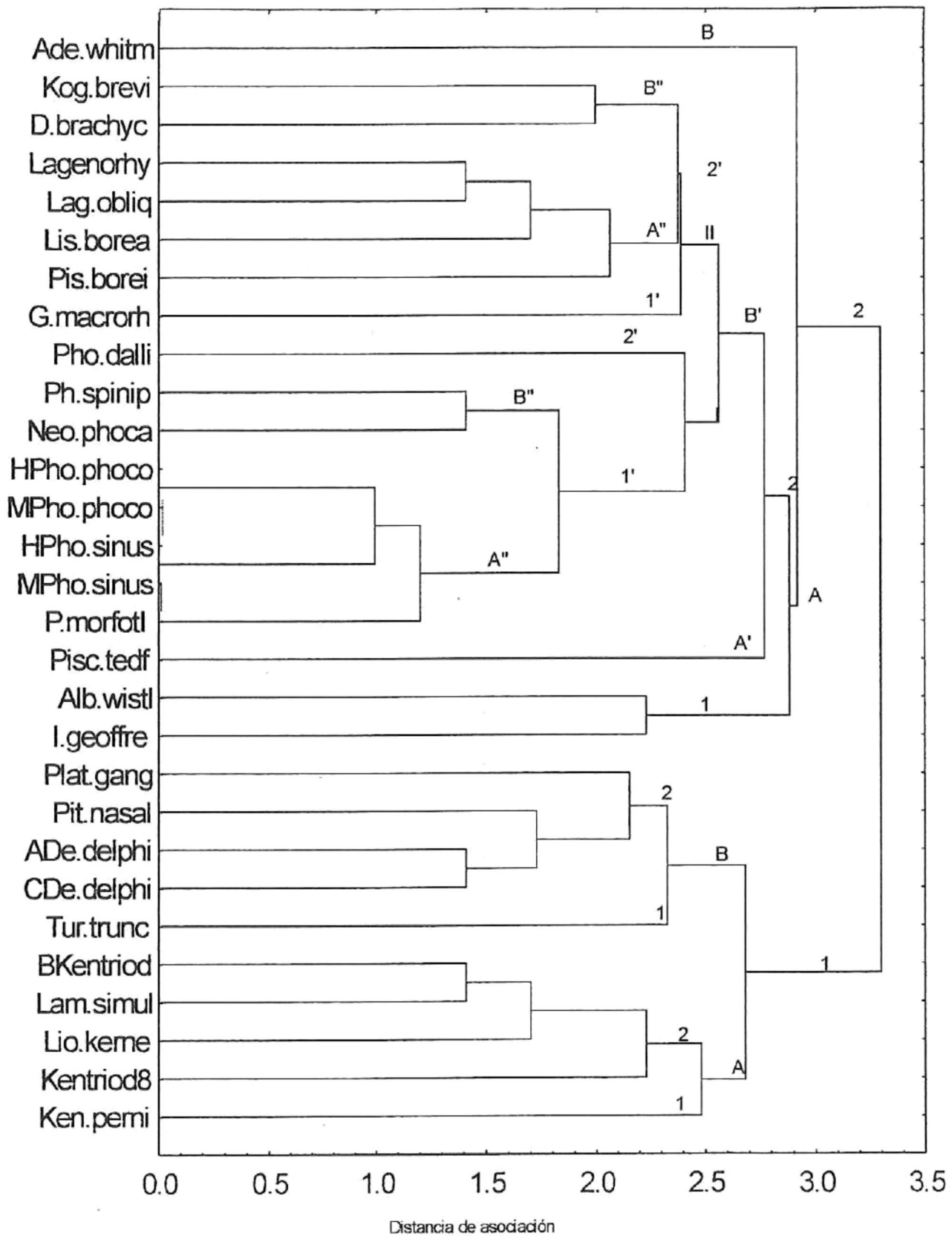


Figura 11. Dendrograma de datos morfológicos de cráneos utilizando distancias euclidianas y método de amalgamamiento UPGMA (correlación cofenética = 0.864).

familia Phocoenidae (2A2B'I) donde destaca la separación de la subfamilia Phocoenoidinae (2A2B'II2') y la Phocoeninae (2A2B'II1'). La segunda asociación presenta a especímenes de diferentes familias e incluso de diferentes superfamilias; *Globicephala macrorhynchus* en un grupo independiente del grupo de los especímenes de la familia Delphinidae con mayor número de características derivadas lo que coincide con la separación de la subfamilia Globicephalinae (2A2B'II1') y la Delphininae (2A2B'II2'A"), sin embargo la presencia de *Piscolithax boreios* en el segundo grupo no concuerda con la sistemática descrita en el capítulo anterior; también en la segunda asociación se agrupan *Denebola brachycephala* y *Kogia breviceps* (2A2B'II2'B"), especies que pertenecen a diferentes superfamilias.

5.2.2. Hueso periótico de odontocetos

La asociación de especies descritas formalmente y de los especímenes que no están descritos formalmente en las que se estudio el cráneo y el hueso periótico, con datos del hueso periótico (Figura 12), muestra de forma general dos grandes grupos.

El primero asocia a los especímenes con características primitivas. En este grupo se distinguen tres asociaciones las cuales no concuerdan con algún tipo de sistemática descrita; las tres asociaciones muestran a grupos de especímenes con mayor número de características primitivas (1A), con un valor intermedio de características primitivas (1B1) y un menor número de características primitivas (1B2).

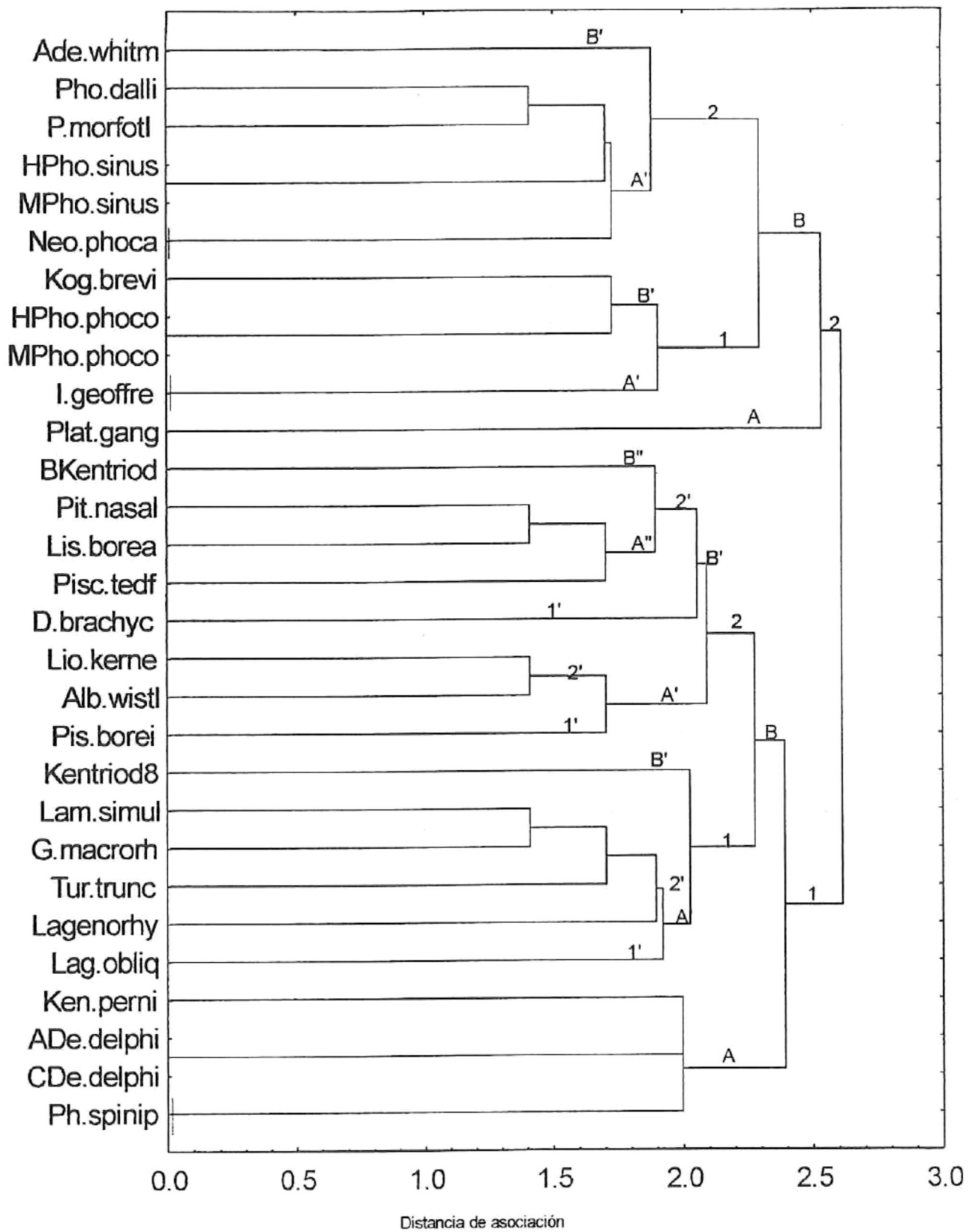


Figura 12. Dendrograma de datos morfológicos de los huesos perióticos utilizando distancias euclidianas y método de amalgamamiento UPGMA (correlación cofenética = 0.758).

El segundo asocia a los especímenes con características derivadas. En este grupo se distinguen tres asociaciones, de las cuales la primera es un grupo compuesto por *Platanista gangetica* y que es, en este grupo, la especie que presenta menor número de características derivadas. La segunda está representada por especímenes con un valor intermedio de características derivadas. Y la tercer asociación presenta a los especímenes con mayor número de características derivadas. Al igual que en el primer grupo, las asociaciones de las especies en este grupo no concuerdan con algún tipo de sistemática descrita.

5.2.3. Cráneo y hueso periótico de odontocetos en conjunto

La asociación de especies descritas formalmente y de los especímenes no descritos formalmente, con datos morfológicos del cráneo y del hueso periótico en conjunto (Figura 13) muestra de forma general dos grandes grupos. Las asociaciones resultantes en este análisis son parecidas a las encontradas al análisis de los datos craneales, solo que al agregar los datos del hueso periótico, las asociaciones resultantes se relacionan estrechamente a la sistemática.

El primer grupo muestra tres asociaciones de especímenes con características primitivas. La primer asociación (1A1) agrupa a los especímenes con mayor número de características primitivas de la familia Delphinidae, subfamilia Delphininae (*Tursiops truncatus* y *Delphinus delphis*) y al espécimen con mayor número de características derivadas de la familia Kentriodontidae, subfamilia Pithanodelphinae (*Pithanodelphis nasalis*). La segunda asociación (1A2) agrupa a los especímenes de la familia Kentriodontidae, subfamilia Kampholophinae y Kentriodontinae. Y tercer asociación (1B) agrupa a los

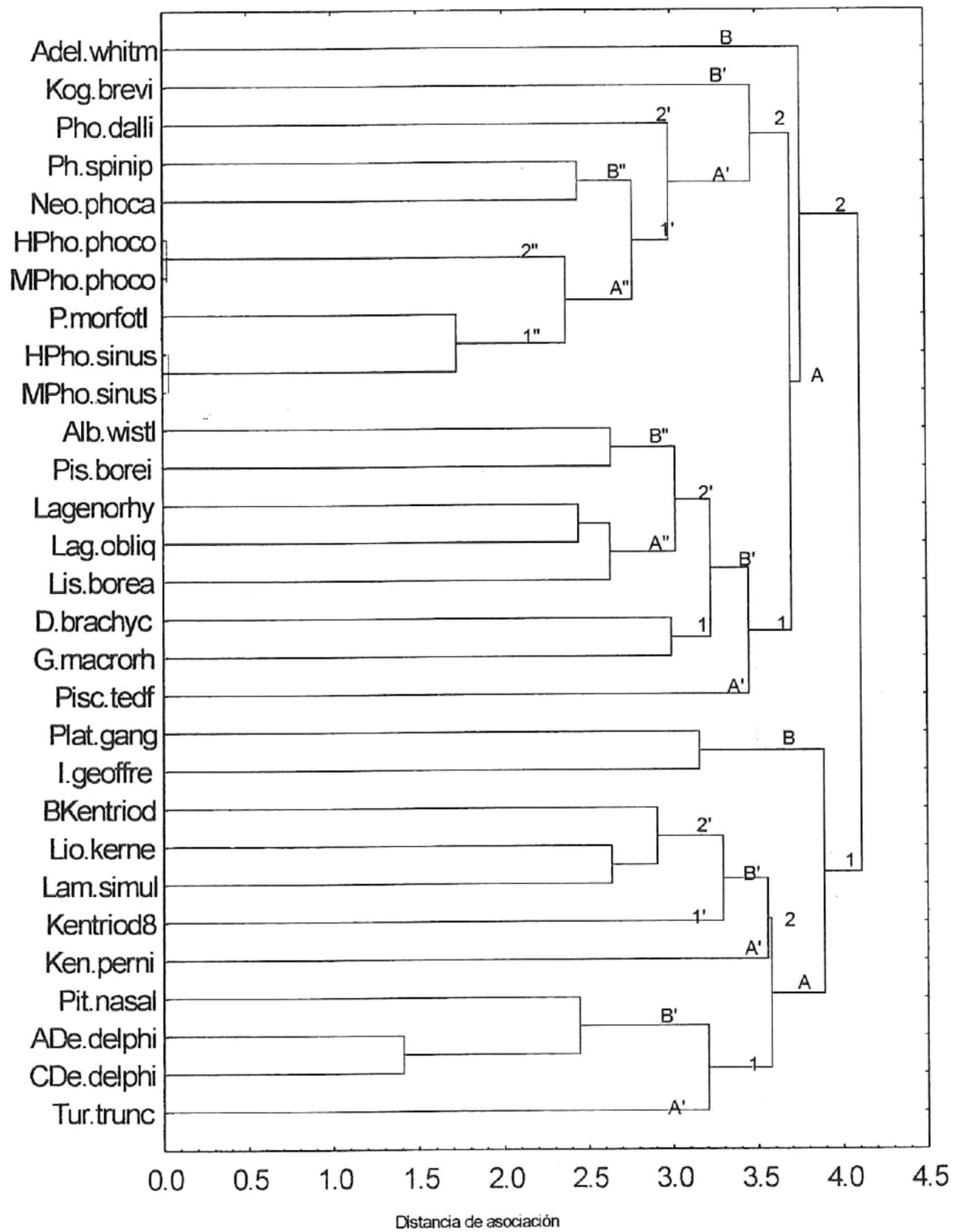


Figura 13. Dendrograma de datos morfológicos de los cráneos y los huesos perióticos en conjunto utilizando distancias euclidianas y método de amalgamamiento UPGMA.

especímenes de río, *Platanista gangetica* e *Inia geoffrensis* ambos de diferentes superfamilias.

El segundo grupo muestra dos asociaciones de varios especímenes y dos especies separadas en grupos independientes. El primer grupo (2B) está representado por *Adelodelphis* nsp.; el segundo grupo (2A2B') está representado por *Kogia breviceps*. La primer asociación (2A2A') agrupa a los especímenes de la familia Phocoenidae, separando de manera clara a los especímenes de la subfamilia Phocoenoidinae (2A2A'2') y Phocoeninae (2A2A'1'). Y la segunda asociación (2A1) agrupa a los especímenes primitivos de la familia Phocoenidae; a los especímenes derivados de la familia Delphinidae, subfamilia Delphininae y Globicephalinae; a los especímenes de la familia Albireonidae; y a los especímenes de la familia Monodontidae, subfamilia Delphinapterinae.

5.2.4. Totalidad de cráneos de odontocetos

La asociación de especies descritas formalmente y de los especímenes no descritos formalmente, con datos morfológicos del cráneo (Figura 14) muestra de forma general dos grandes grupos, los cuales coinciden con la sistemática descrita.

El primer grupo está formado por seis asociaciones menores cuyas características craneales son derivadas. La primer asociación (1A) se forma con *Inia geoffrensis* y *Albireo wistleri*, ambas especies pertenecen a diferentes superfamilias. La segunda asociación (1B1) se forma por la familia Phocoenidae, en esta asociación destaca la ausencia del género *Piscolithax* y la separación de las subfamilias Phocoenoidinae y Phocoeninae, donde *Australophocaena*

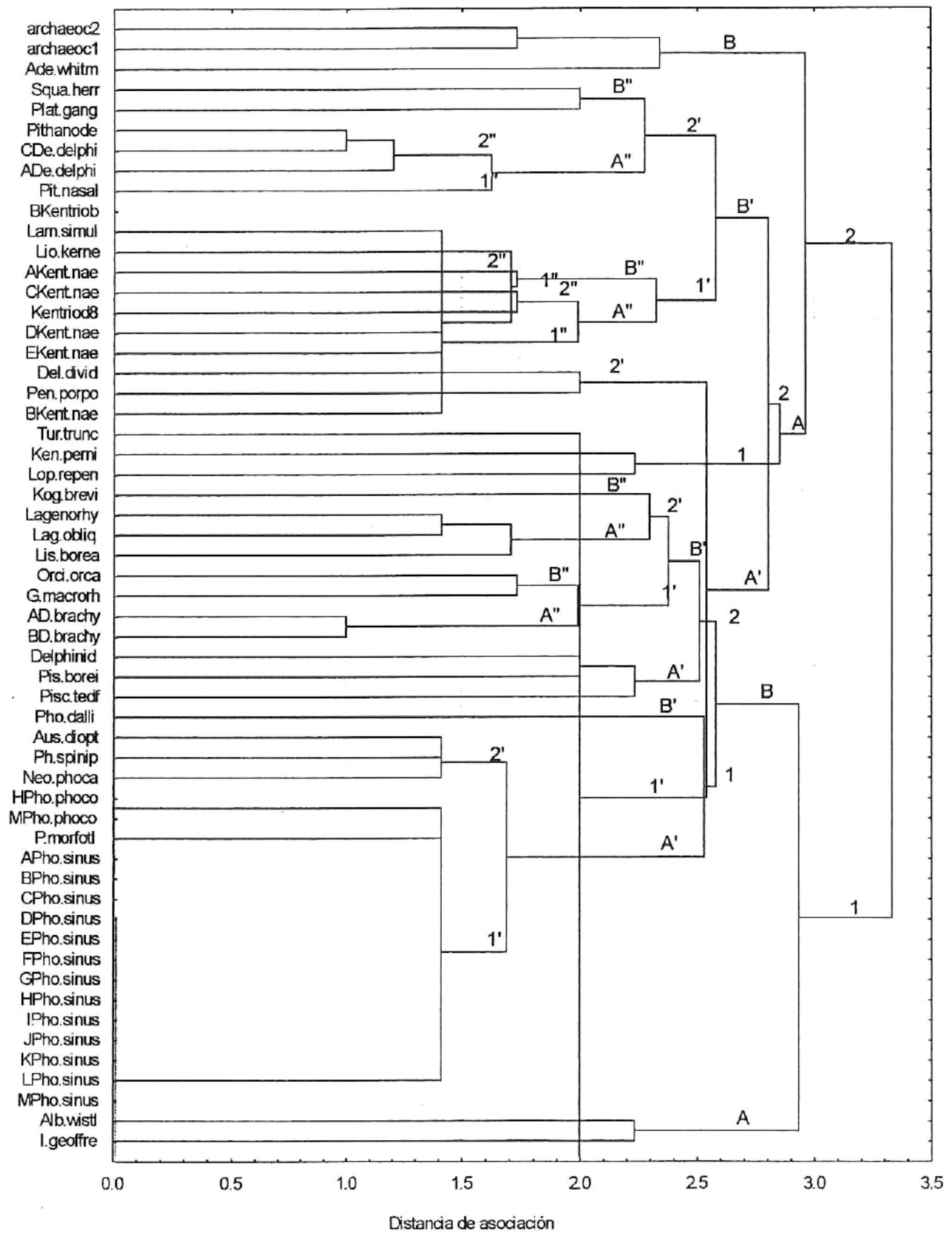


Figura 14. Dendrograma de datos morfológicos de todos los cráneos utilizando distancias euclidianas y método de amalgamamiento UPGMA.

dioptrica se encuentra en el primer grupo, separada de *Phocoenoides dalli*. La tercer asociación (1B2A') se forma por el género *Piscolithax* y el espécimen Delphinido. La cuarta asociación (1B2B'1') se forma por los especímenes de la familia Monodontidae y de la familia Delphinidae, subfamilia Globicephalinae. La quinta asociación (1B2B'2'A'") se forma por los especímenes más derivados de la familia Delphinidae género *Lagenorhynchus* y *Lissodelphis*. Y la sexta asociación (1B2B'2'B'") se forma por la superfamilia Physterioidea, familia Kogiidae.

El segundo grupo está formado por seis asociaciones menores cuyas características craneales son primitivas. La primer asociación (2A1) se forma por la especie *Lophocetus repenningi* y *Kentriodon pernix*, ambas de la familia Kentriodontidae, subfamilia Lophocetinae y Kentriodontinae respectivamente. La segunda asociación (2A2A'1') se forma por *Tursiups truncatus*. La tercer asociación (2A2A'2' y 2A2B'1') se forma por los especímenes de la familia Kentriodontidae, subfamilia Kampholophinae y Kentriodontinae. La cuarta asociación (2A2B'2'A'") se forma por los especímenes más derivados de la familia Kentriodontidae, subfamilia Pithanodelphinae y los especímenes de *Delphinus delphis*, familia Delphinidae, subfamilia Delphininae. La quinta asociación (2A2B'2'B'") se forma por las especies de la superfamilia Platanistoidea. Y la sexta asociación (2B) se forma por los especímenes del suborden Archaeoceti y la especie *Adelodelphis* nsp., superfamilia no resuelta, familia Agorophiidae.

5.2.5. Totalidad de huesos perióicos de odontocetos

La asociación de especies descritas formalmente y de los especímenes no descritos formalmente, con datos morfológicos del hueso periótico (Figura 15)

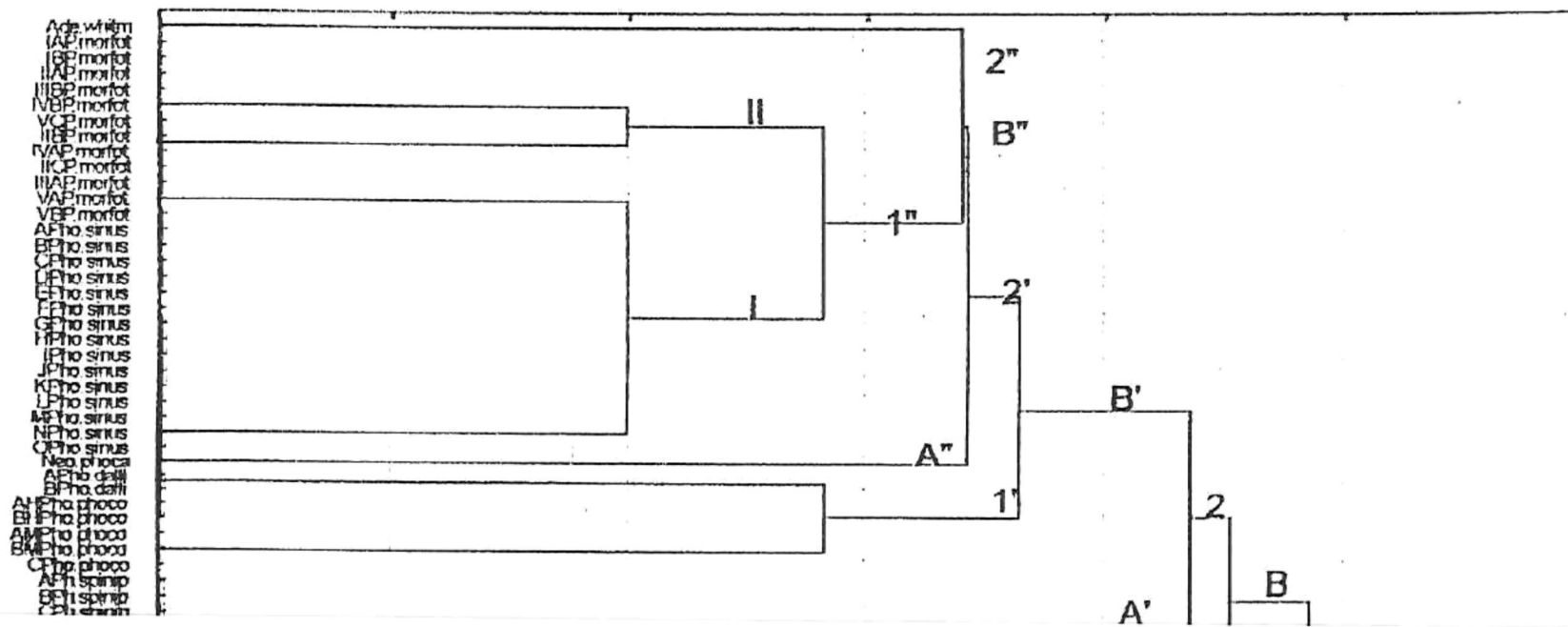


Figura 15. Dendrograma de datos morfológicos de todos los huesos perióticos utilizando distancias euclidianas y método de amalgamamiento UPGMA.

muestra de forma general dos grandes grupos, el primero asocia a los especímenes con características primitivas y el segundo asocia a los especímenes con características derivadas.

Estos grupos no muestran una asociación con algún ordenamiento que concuerde con alguna sistemática descrita, sin embargo, las asociaciones de los especímenes no identificados con especímenes ya identificados, esto nos ayuda a definir la especie a la que pertenecen.

El primer gran grupo puede ser descompuesto en 14 asociaciones. La primer asociación (1A) se compone por el espécimen definido como Kentriodontinae8, subfamilia Kentriodontinae; *Platanista gangetica*, superfamilia Platanistoidea, familia Platanistidae; y por la especie *Eurhinodelphis*, superfamilia Eurhinodelphoidea, familia Eurhinodelphidae. La segunda asociación (1B1A'1') se forma por los especímenes de la superfamilia Delphinoidea, familia Albireonidae, *Albireo wistleri*; y los especímenes familia Delphinidae, subfamilia Delphininae género *Lagenorhynchus* sp. y los especímenes Delphinido, Delphinido1, Delphinido2, Delphinido3. La tercer asociación (1B1A'2'A"1") se forma por los especímenes de la especie *Delphinus delphis*, adulto y juvenil; Delphinido5 y Delphinido6; además de los especímenes *Piscolithax* morfotipo I y morfotipo II. La cuarta asociación (1B1A'2'A"2") se forma por los especímenes de *Piscolithax tedfordi* y *Pithanodelphis nasalis*. La quinta asociación (1B1A'2'B") se forma por los especímenes de *Kentriodon pernix* y Kentriodontinae1. La sexta asociación (1B1B'1') se forma por los especímenes de *Denebola brachycephala*, *Denebola* morfotipo I y II y *Albireo wistleri* C y D. La séptima asociación (1B1B'2') se forma

por los especímenes Kentriodontinae y Kentriodontido¹. La octava asociación (1B2A') se forma por las especies *Inia geoffrensis*, *Kogia breviceps* y *Grimpolithax pavidus*. La novena asociación (1B2B'1'A") se forma por los especímenes *Lagenorhynchus obliquidens*, *Liolithax pappus*, *Tursiups* sp. y Kentriodontinae². La décima asociación (1B2B'1'B") se forma por la especie *Scaphokogia* sp.. La decimoprimer asociación (1B2B'2'A"1") se forma por los especímenes *Lissodelphis borealis*, *Lamprolithax simulans* y *Loxolithax sinuosa*. La decimosegunda asociación (1B2B'2'A"2") se forma por los especímenes *Grimpolithax obscura* y *Lamprolithax annectens*. La decimotercera asociación (1B2B'2'B"1") se forma por los especímenes Phocoenidae⁸, *Salamuphocoena stocktoni*, *Globicephala macrorhynchus*, *Piscolithax boreios* y *Albireo wistleri*. Y la decimocuarta asociación (1B2B'2'B"2") se forma por los especímenes *Platylithax robusta*, *Liolithax kernensis* y *Aulophyseter morricei*.

El segundo gran grupo puede ser descompuesto en siete asociaciones. La primer asociación (2A) se forma por los especímenes Phocoenidae, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 9. La segunda asociación (2B1) se forma por los especímenes *Tursiups truncatus*, Phocoenidae¹⁰ y Delphinido⁴. La tercer asociación (2B2B'1') se forma por los especímenes *Phocoena spinipinnis*, *Phocoena phocoena* y *Phocoenoides dalli*. La cuarta asociación (2B2B'2'A") se forma por la especie *Neophocaena phocaenoides*. La quinta asociación (2B2B'2'B"1'I) se forma por los especímenes *Phocoena sinus*, Phocoeninae morfotipo III y V. La sexta asociación (2B2B'2'B"1"II) se forma por los especímenes Phocoeninae morfotipo I, II y IV. Y la séptima asociación (2B2B'2'B"2") se forma por el espécimen *Adelodelphis* n sp..

5.3. Resultados morfométricos

5.3.1. Cráneo de odontocetos

La asociación de especies descritas formalmente y de los especímenes no descritos formalmente en los especímenes que se estudio el cráneo y el hueso periótico, con datos morfométricos del cráneo muestra de forma general dos grandes grupos (Figura 16).

El primer gran grupo asocia a los especímenes pequeños y puede ser descompuesto en cuatro asociaciones menores. La primer asociación (1A1) se forma por los especímenes *Phocoena phocoena* (macho), *Phocoena spinipinnis* y *Phocoenoides dalli*; donde la ultima se encuentra separada de las primeras dos. La segunda asociación (1A2) se forma por los especímenes *Neophocaena phocaenoides*, *Phocoeninae* morfotipo I y *Phocoena phocoena* (hembra) en un subgrupo; *Phocoena sinus* (macho y hembra) y *Delphinus delphis* (juvenil) en otro subgrupo; el espécimen *Delphinus delphis* (juvenil) por su tamaño distintivo de una especie con un alto grado paedomorfo, se asocia a estas dos primeras asociaciones cuyos especímenes pertenecen a la familia Phocoenidae. La tercer asociación (1B1) se forma por los especímenes familia Kentriodontidae, subfamilia Kampholophinae, *Liolithax kernensis*; subfamilia Kentriodontinae, *Kentriodon pemix* y *Lamprolithax simulans*; y subfamilia Pithanodelphinae, *Pithanodelphis nasalis*. Y la cuarta asociación (1B2) se forma por la especie *Platanista gangetica*.

El segundo gran grupo asocia a los especímenes grandes y puede ser

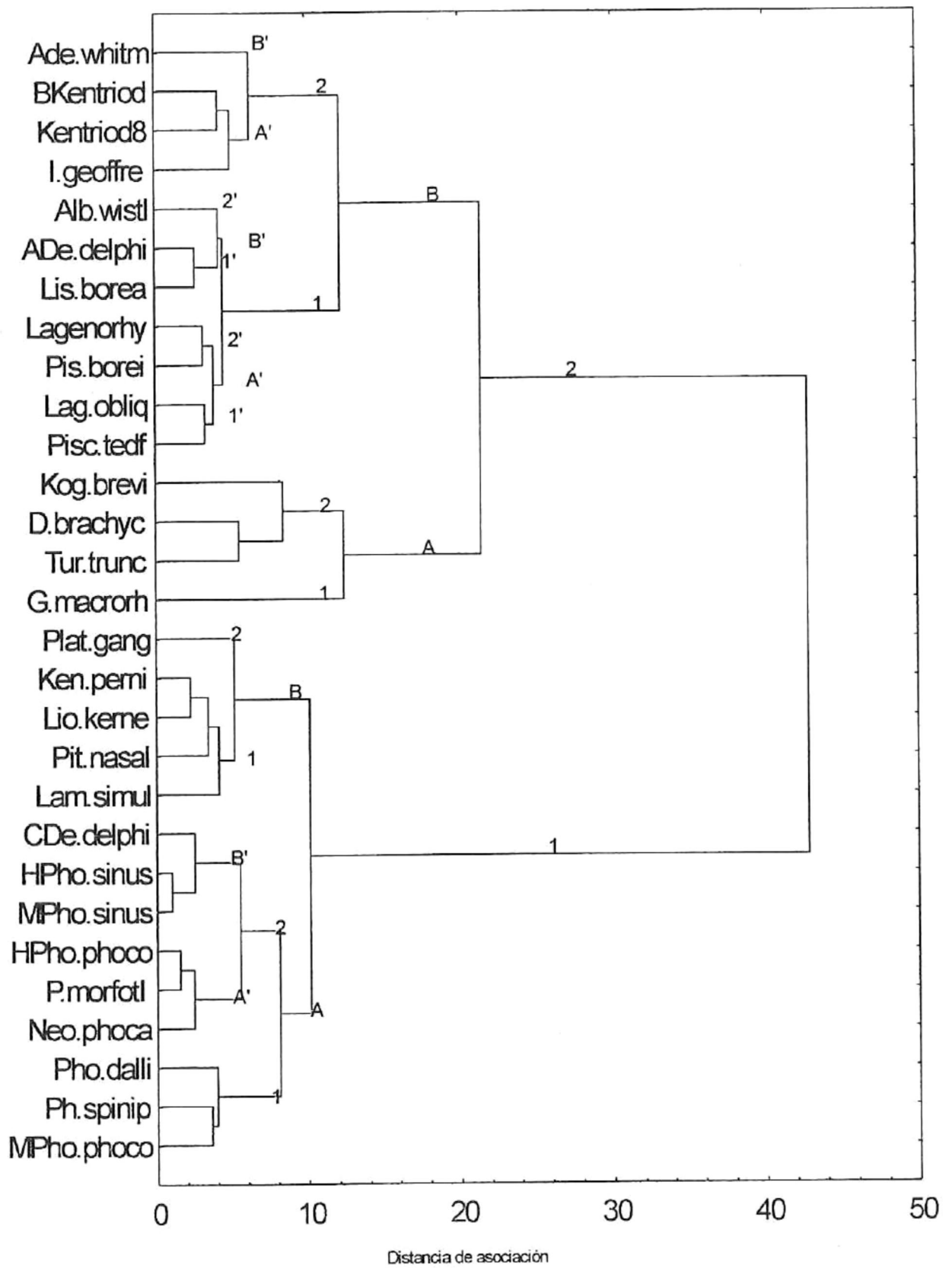


Figura 16. Dendrograma de datos morfométricos de cráneos utilizando distancias euclidianas y método de amalgamio Ward.

descompuesto en tres asociaciones menores. La primer asociación (2A) se forma por los especímenes *Globicephala macrorhynchus*, *Tursiups truncatus*, *Denebola brachycephala* y *Kogia breviceps*. La segunda asociación (2B1) se forma por los especímenes familia Phocoenidae, subfamilia Phocoenoidinae género *Piscolithax*; familia Delphinidae, subfamilia Delphininae *Lagenorhynchus* sp. y *L. obliquidens*, *Lissodelphis borealis*, *Delphinus delphis* (adulto); y familia Albireonidae *Albireo wistleri*. Y la tercer asociación (2B2) se forma por los especímenes *Inia geoffrensis*, Kentriodontinae⁸, Kentriodontinae¹ y *Adelodelphis* nsp..

5.3.2. Hueso periótico de odontocetos

La asociación de especies descritas formalmente y de los especímenes no descritos formalmente, en los especímenes que se estudio el cráneo y el hueso periótico, con datos morfométricos del hueso periótico muestra de forma general dos grandes grupos (Figura 17).

El primer gran grupo asocia a los especímenes con hueso periótico pequeño y puede ser descompuesto en cinco asociaciones menores. La primer asociación (1A1) se forma por los especímenes *Phocoena sinus* (macho y hembra). La segunda asociación (1A2A') se forma por los especímenes *Phocoena phocoena* (macho y hembra). La tercer asociación (1A2B'1') se forma por los especímenes familia Phocoenidae *Phocoena spinipinnis*, *Phocoenoides dalli*, Phocoeninae morfotipo I, *Neophocaena phocaenoides* y *Piscolithax tedfordi*. La cuarta asociación (1A2B'2') se forma por los especímenes *Delphinus delphis* (adulto y juvenil). Y la quinta asociación (1B) se forma por los especímenes familia Kentriodontidae, subfamilia Kampholophinae *Liolithax kernensis*; subfamilia

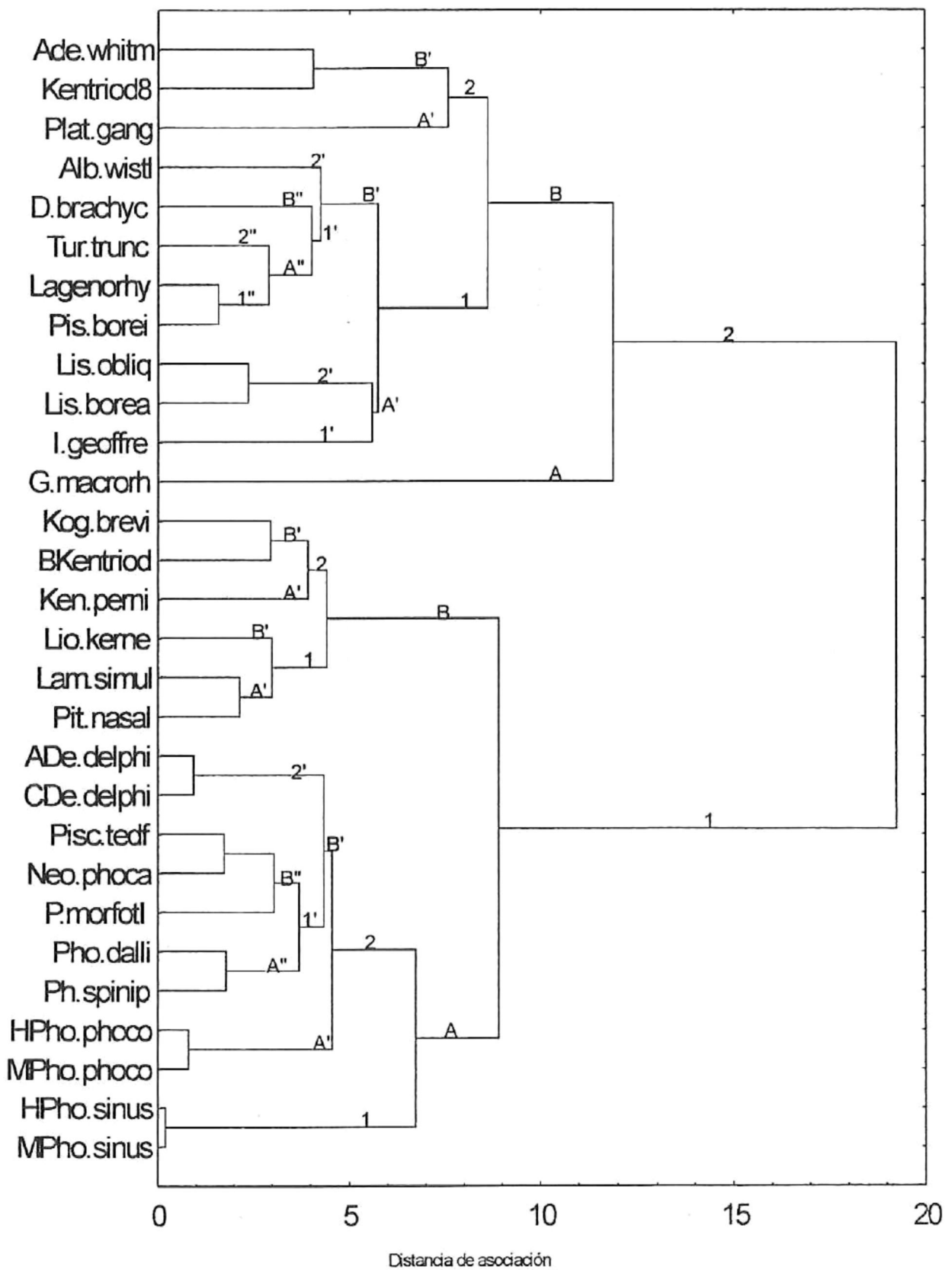


Figura 17. Dendrograma de datos morfométricos de huesos perióticos utilizando distancias euclidianas y método de amalgamamiento Ward.

Kentriodontinae *Lamprolithax simulans*, *Kentriodon pemix*, Kentriodontinae¹, subfamilia Pithanodelphinae *Pithanodelphis nasalis*; y superfamilia Physeteroidea, familia Kogiidae *Kogia breviceps*.

El segundo gran grupo asocia a los especímenes con hueso periótico grande y puede ser descompuesto en seis asociaciones menores. La primer asociación (2A) se forma por la especie *Globicephala macrorhynchus*. La segunda asociación (2B1A'1') se forma por la especie *Inia geoffrensis*. La tercer asociación (2B1A'2') se forma por los especímenes familia Delphinidae subfamilia Delphininae *Lissodelphis borealis* y *Lagenorhynchus obliquidens*. La cuarta asociación (2B1B') se forma por los especímenes familia Phocoenidae *Piscolithax boreios*; familia Delphinidae *Lagenorhynchus* sp., *Tursiups truncatus*; familia Monodontidae *Denebola brachycephala*; y familia Albireonidae *Albireo wistleri*. La quinta asociación (2B2A') se forma por la especie *Platanista gangetica*, superfamilia Platanistoidea. Y la sexta asociación (2B2B') se forma por los especímenes familia Kentriodontidae Kentriodontinae⁸ y superfamilia no resuelta, familia Agorophiidae, *Adelodelphis* nsp..

5.3.3. Cráneo y hueso periótico de odontocetos en conjunto

La asociación de especies descritas formalmente y de los especímenes no descritos formalmente con datos morfométricos del cráneo y del hueso periótico muestra de forma general dos grandes grupos (Figura 18).

El primer gran grupo asocia a los especímenes pequeños y puede ser descompuesto en dos asociaciones menores. La primer asociación (1A) se forma por los especímenes familia Phocoenidae, con excepción de *Piscolithax boreios*, que no se encuentra en ésta asociación y *Delphinus delphis* (juvenil) que si se

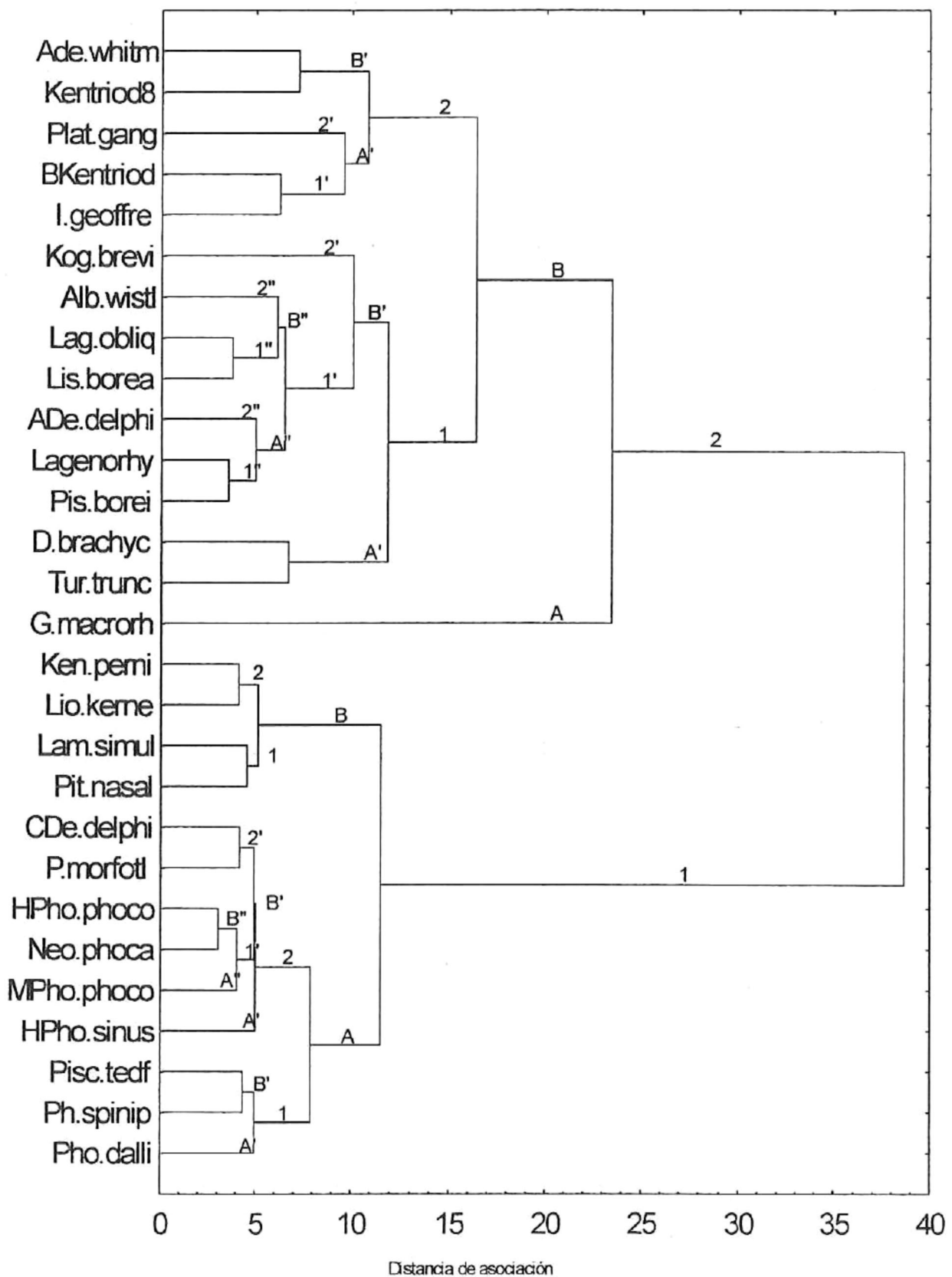


Figura 18. Dendrograma de datos morfométricos de cráneos y huesos perióticos utilizando distancias euclidianas y método de amalgamamiento Ward.

encuentra. Y la segunda asociación (1B) se forma por los especímenes familia Kentriodontidae, subfamilia Kampholophinae *Liolithax kernensis*; subfamilia Kentriodontinae *Kentriodon pernix* y *Lamprolithax simulans*; y subfamilia Pithanodelphinae *Pithanodelphis nasalis*.

El segundo gran grupo asocia a los especímenes grandes y puede ser descompuesto en cinco asociaciones menores. La primer asociación (2A) se forma por la especie *Globicephala macrorhynchus*. La segunda asociación (2B1A') se forma por las especies *Tursiups truncatus* y *Denebola brachycephala*. La tercer asociación (2B1B'1') se forma por los especímenes familia Phocoenidae *Piscolithax boreios*; familia Delphinidae *Lagenorhynchus* sp., *L. obliquidens*, *Lissodelphis borealis* y *Delphinus delphis* (adulto); y familia Albireonidae *Albireo wistleri*. La cuarta asociación (2B1B'2') se forma por la especie *Kogia breviceps*. Y la quinta asociación (2B2) se forma por los especímenes superfamilia no resuelta, familia Iniidae *Inia geoffrensis*; familia Kentriodontidae, subfamilia Kentriodontinae Kentriodontinae1 y Kentriodontinae8; superfamilia Platanistoidea, familia Platanistidae *Platanista gangetica*; y superfamilia no resuelta, familia Agorophiidae *Adelodelphis* nsp..

5.3.4. Totalidad de cráneos de odontocetos

La asociación de especies descritas formalmente y de los especímenes no descritos formalmente, con datos morfométricos del cráneo (Figura 19) muestra de forma general dos grandes grupos.

El primer gran grupo asocia a los especímenes pequeños y puede ser descompuesto en dos asociaciones menores. La primer asociación (1A) se forma

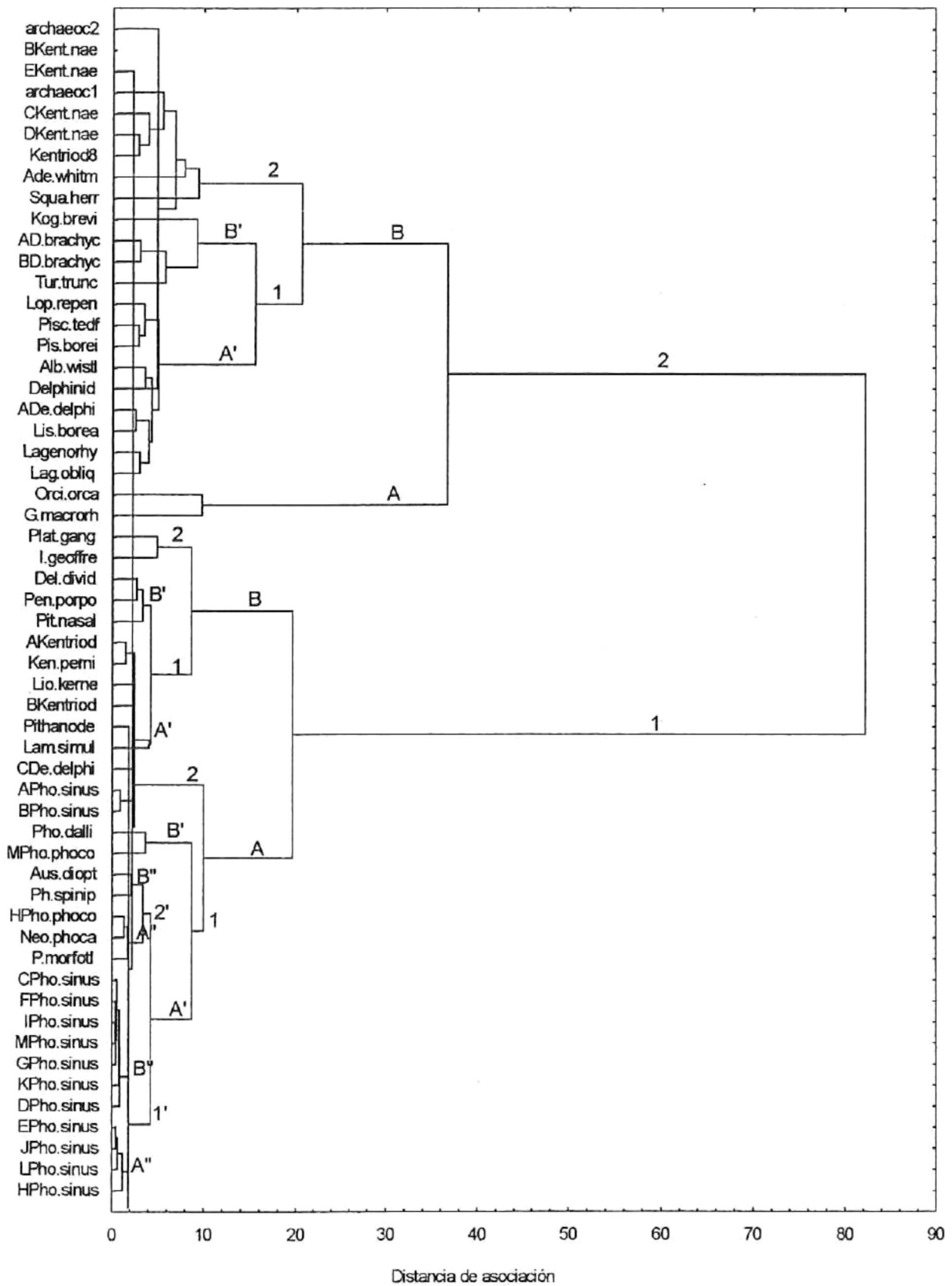


Figura 19. Dendrograma de datos morfométricos de todos los cráneos utilizando distancia euclídeas y método de amalgamamiento Ward.

por los especímenes de la familia Phocoenidae excepto el género *Piscolithax*, que se asocia más estrechamente a la familia Delphinidae. La segunda asociación (1B1) se forma por los especímenes familia Delphinidae *Delphinus delphis* (juvenil); familia Kentriodontidae, subfamilia Kampholophinae *Liolithax kernensis* y *Delphinodon dividum*, subfamilia Kentriodontinae *Lamprolithax simulans*, Kentriodontinae1, *Kentriodon pernix* y *Penttila porposea*, subfamilia Pithanodelphinae *Pithanodelphis nasalis* y Pithanodelphinae. Y la tercer asociación (1B2) se forma por las especies *Inia geoffrensis* y *Platanista gangetica*.

El segundo gran grupo asocia a los especímenes grandes y puede ser descompuesto en tres asociaciones menores. La primer asociación (2A) se forma por las especies *Globicephala macrorhynchus* y *Orcinus orca*. La segunda asociación (2B1) se forma por los especímenes familia Phocoenidae, subfamilia Phocoenoidinae *Piscolithax tedfordi* y *P. boreios*; familia Kentriodontidae, subfamilia Lophocetinae *Lophocetus repenningi*; familia Albireonidae *Albireo wistleri*; familia Monodontidae *Denebola brachycephala*; familia Delphinidae, subfamilia Delphininae *Lagenorhynchus* sp., *L. obliquidens*, *Lissodelphis borealis*, *Tursiups truncatus*, *Delphinus delphis* (adulto) y Delphinido; y superfamilia Physeteroidea, familia Kogiidae *Kogia breviceps*. Y la tercer asociación (2B2) se forma por los especímenes superfamilia Platanistoidea, familia Squalodontidae "*Squalodon*" *herrabundus*; superfamilia no resulta, familia Agorophiidae *Adelodelphis* n sp.; superfamilia Delphinoidea, familia Kentriodontidae subfamilia Kentriodontinae Kentriodontinae1 al 4, y Kentriodontinae8; y los dos especímenes del suborden Archaeoceti.

5.3.5. Totalidad de huesos perióicos de odontocetos

La asociación de especies descritas formalmente y de los especímenes no descritos formalmente, con datos morfométricos del hueso periótico (Figura 20) muestra de forma general dos grandes grupos.

El primer gran grupo asocia a los especímenes pequeños y puede ser descompuesto en seis asociaciones menores. La primer asociación (1A1) se forma por los especímenes de *Phocoena sinus*. La segunda asociación (1A2A') se forma por los especímenes *Phocoena phocoena* (macho y hembra), Phocoeninae morfotipo I al V, Phocoenidae al Phocoenidae¹⁰, *Piscolithax tedfordi* y *P. boreios*. La tercer asociación (1A2B') se forma por los especímenes *Delphinus delphis* (adulto y juvenil), Delphinido, Delphinido⁵ y *Kentriodon pernix*. La cuarta asociación (1B1A') se forma por la especie *Phocoenoides dalli*. La quinta asociación (1B1B') se forma por los especímenes familia Phocoenidae *Salamuphocoena stocktoni*, familia Delphinidae Delphinido⁶, familia Kentriodontidae Kentriodontido¹, Kentriodontinae, Kentriodontinae¹, *Loxolithax sinuosa*, *Lamprolithax simulans*, *L. annectens*, *Grimpolithax pavidus*, *G. obscurus*, y Kentriodontinae 2. Y la sexta asociación (1B2) se forma por los especímenes familia Kentriodontidae *Liolithax kernensis*, *L. pappus*, y *Platylithax robusta*.

El segundo gran grupo asocia a los especímenes grandes y puede ser descompuesto en tres asociaciones menores. La primer asociación (2A) se forma por los especímenes familia Delphinidae *Globicephala macrorhynchus*; superfamilia Platanistoidea *Platanista gangetica*; superfamilia Physeteroidea *Scaphokogia* sp. y *Aulophyseter morricei*. La segunda asociación (2B1) se forma

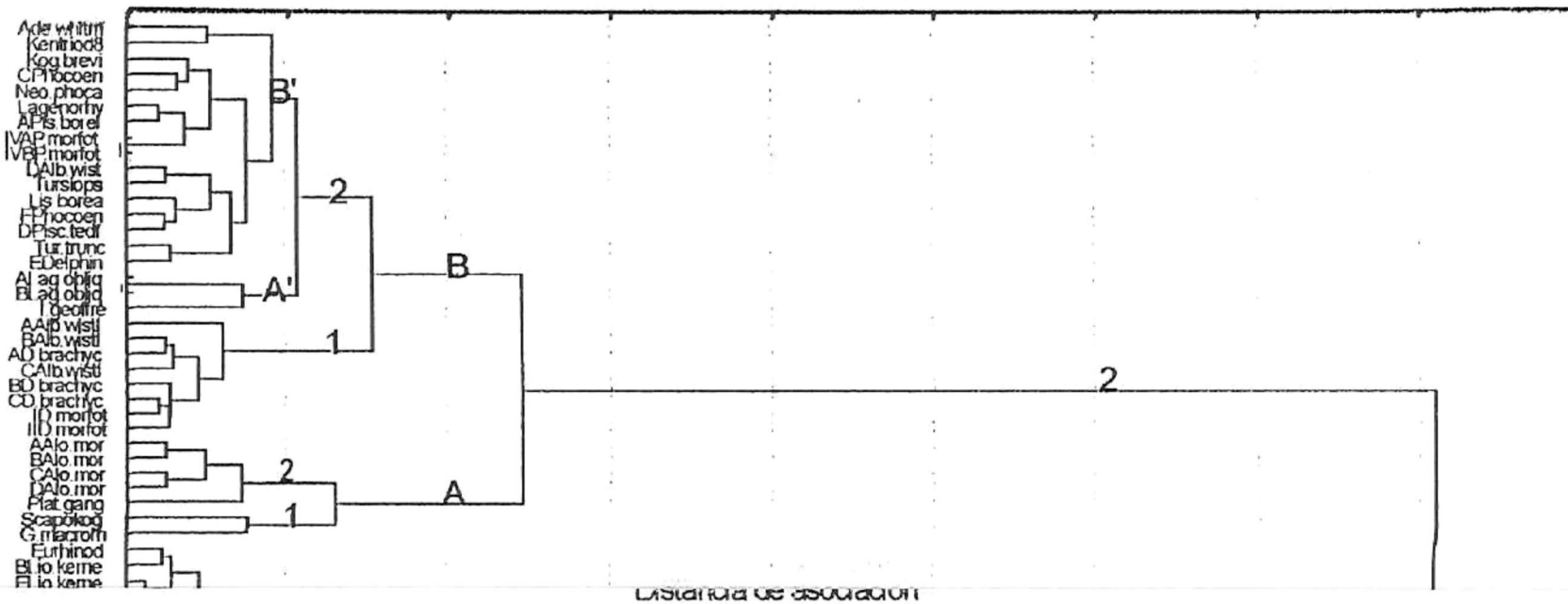


Figura 20. Dendrograma de datos morfométricos de todos los huesos periótcos utilizando distancias euclidianas y método de amalgamiento Ward.

por los especímenes familia Monodontidae *Denebola brachycephala* y *Denebola* morfotipo I y II. Y la tercer asociación (2B2) se forma por los especímenes familia Kentriodontidae Kentriodontodo8; familia Iniidae *Inia geoffrensis*; familia Delphinidae *Lagenorhynchus* sp., *L. obliquidens*, *Lissodelphis borealis*, *Tursiups* sp., *T. truncatus* y Delphinido4; familia Albireonidae *Albireo wistleri*; familia Phocoenidae *Neophocaena phocaenoides* y Phocoenidae2; superfamilia Physterioidea *Kogia breviceps*; y superfamilia no resuelta, familia Agorophiidae *Adelodelphis* nsp..

5.4. Resultados filogenéticos

5.4.1. Cráneo de odontocetos

La filogenia de especies descritas formalmente y de los especímenes no descritos formalmente, con datos morfológicos del cráneo en especies que se observó el cráneo y el hueso periótico (Figura 21) muestra de forma general 42 Clados.

El clado 1 contiene a *Lamprolithax simulans* como la especie más primitiva, el único carácter derivado es que presenta muchos dientes. El clado 2 contiene a *Liolithax kernensis*, contiene tres características derivadas presenta asimetría craneal, muchos dientes y sino Pterigoideo largo. El clado 3 contiene a Kentriodontinae, presenta tres características derivadas; presenta un cráneo grande con relación al cuerpo, muchos dientes y un vertex elevado. El clado 4 contiene a Kentriodontinae8, presenta seis características derivadas; presenta un cráneo grande con relación al cuerpo, un cráneo ancho, el proceso posterior no esta en contacto con el proceso zigomatico, muchos dientes el sino pterigoideo

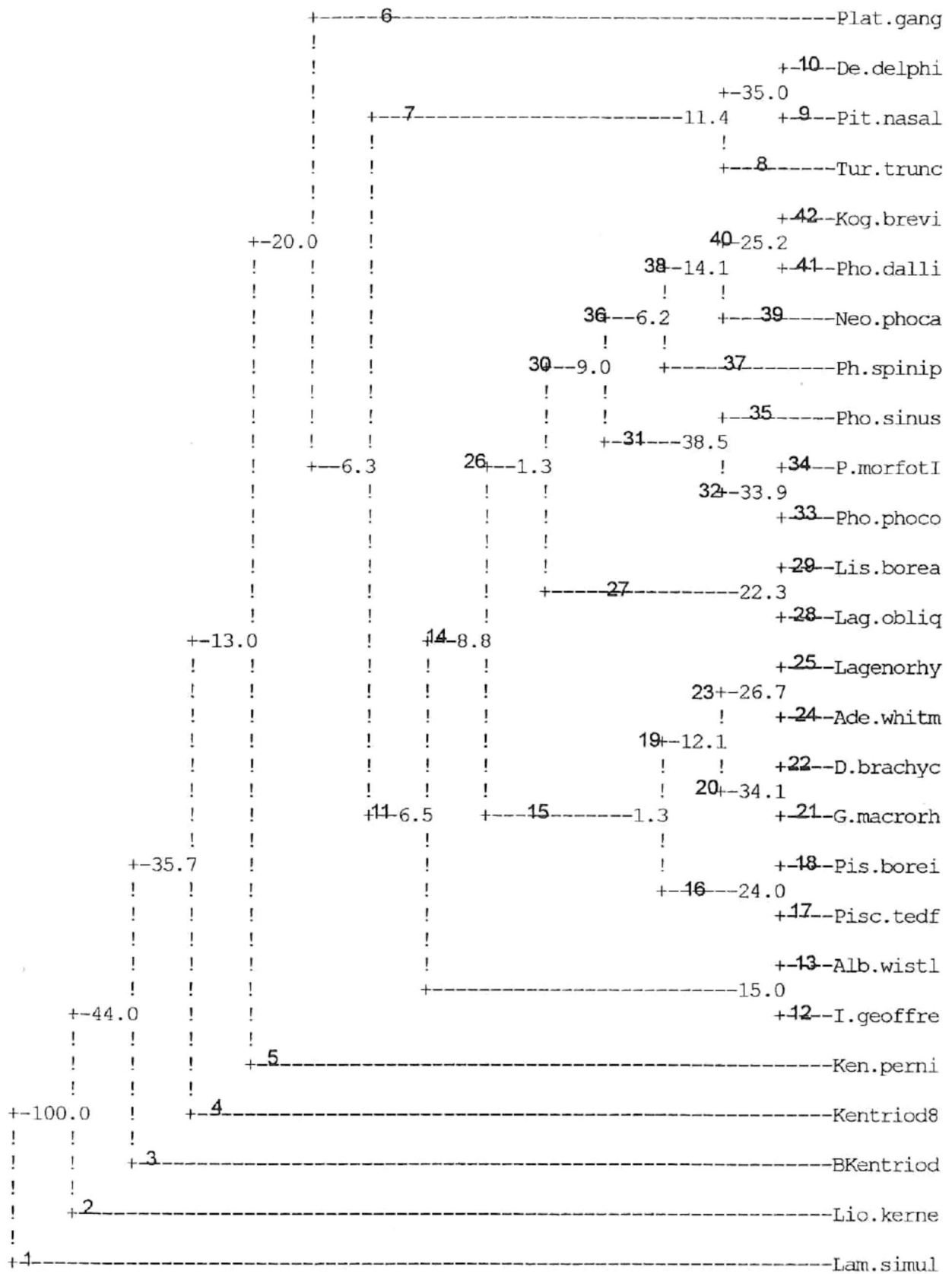


Figura 21. Cladograma de consenso de cráneos utilizando polimorfismo parsimónico. El número indica la cantidad de ocasiones que se repite la asociación, de un total de 100 topologías.

largo y las narinas internas anchas. El clado 5 contiene a *Kentriodon pernix*, presenta cuatro características derivadas; presenta un vertex elevado, protuberancia frente a la narina, seno pterigoideo ancho y narina interna ancha; este clado se mantiene en 20 árboles.

El clado 6 contiene a *Platanista gangetica*, con siete características derivadas; presenta asimetría craneal, región anterior craneal deprimida, muchos dientes, vertex elevado, pterigoideo ancho y un lagrimal pequeño; este clado se agrupa con un gran grupo. Este primer gran grupo asocia a dos grupos hermana (7 y 11), asociados por presentar como características derivadas asimetría craneal, región anterior craneal deprimida y lagrimal pequeño.

El clado 7 contiene a dos grupos hermana representados por tres especies que presentan como características derivadas cráneo bulboso, vertex elevado y pterigoideo largo. El primer grupo (8) contiene a *Tursiops truncatus* que además de las anteriores características derivadas también presenta un cráneo grande con relación al cuerpo, cráneo ancho, hueso frontal mostrado atrás de las narinas y un pterigoideo ancho, por lo que es el más derivado de este grupo. El segundo grupo contiene a *Delphinus delphis* y a *Pithanodelphis nasalis*; además de las características derivadas que distinguen al clado 7, ambas especies presentan narinas desiguales en tamaño; el grupo 9 se distingue por presentar como características derivadas seno pterigoideo ancho, y el grupo 10 presenta como características derivadas cráneo grande con relación al cuerpo y muchos dientes.

El clado 11 muestra dos grupos hermana asociados por presentar como característica derivada cráneo ancho. En el primero se asocian *Inea geoffrensis* y

Albireo wistleri, las características derivadas que distingue a esta asociación son que presentan cráneo grande con relación al cuerpo, cranium bulboso, proceso posterior no en contacto con el proceso zigomático, arista maxilar no elevada detrás de los nasales, muchos dientes, protuberancia frente a la narina, pterigoideo largo y pterigoideo ancho; las características derivadas que distinguen al clado 12 son que presenta vertex elevado y hueso frontal mostrado detrás de la maxila; las características derivadas que distinguen al clado 13 son que presenta rostrum ancho. En el segundo grupo (clado 14) se asocian dos grandes grupos hermana (15 y 26), la característica derivada que los distinguen son que presentan rostrum corto.

El clado 15 asocia a dos grupos (16 y 19) la característica derivada que los distingue es que presentan cráneo grande con relación al cuerpo. El clado 16 asocia a dos especies (17 y 18) las características derivadas que distinguen a este clado son que presentan rostrum ancho, muchos dientes, protuberancia frente a la narina y hueso frontal mostrado detrás de la maxila; el clado 17 esta compuesto por *Piscolithax tedfordi* y se distingue por presentar narinas desiguales en tamaño y lagrimal pequeño; el clado 18 esta compuesto por *Piscolithax boreios* y se distingue por presentar cranium bulboso y narina interna ancha. El segundo grupo (19) asocia a dos subgrupos (20 y 23) por presentar como característica derivada rostrum ancho. El primer subgrupo (20) asocia a dos especies (21 y 22) por presentar como características derivadas vertex elevado y narina interna ancha; en el clado 21 se encuentra *Globicephala macrorhynchus* que se distingue por presentar como características derivadas aristas maxilares no elevadas detrás

de los nasales y hueso frontal mostrado detrás de la maxila; en el clado 22 se encuentra *Denebola brachycephala* que se distingue por presentar como característica derivada proceso posterior no en contacto con el proceso zigomatico. En el segundo subgrupo (23) asocia a dos especies (24 y 25) por presentar como características derivadas cranium bulboso, proceso posterior no en contacto con el proceso zigomatico, arista maxilar no elevada detrás de los nasales y hueso frontal mostrado detrás de la maxila; el clado 24 está representado por *Adelodelphis* nsp. que presenta como característica derivada distintiva lagrimal pequeño; el clado 25 esta representado por *Lagenorhynchus* sp que presenta como característica derivada distintiva narina interna ancha.

El segundo grangrupo (26) asocia a dos grupos (27 y 30) por presentar como característica derivada distintiva narina interna ancha. El primer grupo 27 asocia a dos especies (28 y 29) por presentar como características derivadas distintivas rostrum ancho, cranium bulboso, narinas desiguales en tamaño, arista maxilar no elevada detrás de los nasales, hueso frontal mostrado detrás de la maxila y pterigoideo largo; el clado 28 esta representado por *Lagenorhynchus obliquidens*, que presenta como característica derivada distintiva proceso posterior no en contacto con el proceso prosterior del zigomatico; y el clado 29 esta representado por *Lissodelphis borealis*, que presenta como característica derivada distintiva muchos dientes. El segundo grupo (30) asocia a dos subgrupos (31 y 36) por presentar como características distintivas primitivas cráneo pequeño con relación al cuerpo y pocos dientes. El primer subgrupo (31) asocia a dos infragrupos (32 y 35) por presentar como características derivadas

distintivas cranium bulboso, proceso posterior no en contacto con el proceso zigomatico, arista maxilar no elevada detrás de los nasales, protuberancia frente a la narina, hueso frontal mostrado detrás de la maxila y lagrimal pequeño; el primer infragrupo (32) esta representado por dos especies (33 y 34); el clado 33 está representado por *Phocoena phocoena* que se distingue por presentar como característica derivada vertex elevado, el clado 34 esta representado por *Phocoena* morfotipo I que se distingue por presentar como característica derivada distintiva narinas desiguales en tamaño y el segundo infragrupo (35) está representado por *Phocoena sinus* que presenta como características derivadas distintivas narinas desiguales en tamaño y vertex elevado.

El segundo subgrupo (36) asocia a dos infragrupos (37 y 38) por presentar como característica derivada distintiva narinas desiguales en tamaño. El infragrupo 37 está representado por la especie *Phocaena spinipinnis*, que presenta como característica distintiva derivada vertex elevado. El infragrupo 38 asocia a dos pequeños grupos (39 y 40) por presentar como característica primitiva distintiva vertex no elevado; el primer pequeño grupo (39) está representado por *Neophocaena phocaenoides* que presenta como características derivadas distintivas rostrum ancho, cranium bulboso, proceso posterior no en contacto con el proceso posterior del zigomatico, arista maxilar no elevada detrás de los nasales, protuberancia frente a la narina y hueso frontal mostrado detrás de la maxila. Y el segundo pequeño grupo (40) asocia a dos especies (41 y 42) por presentar como característica derivada distintiva seno pterigoideo largo; el clado 41 esta representado por la especie *Phocoenoides dalli*, por presentar como

características derivadas distintivas arista maxilar no elevada detrás de los nasales, protuberancia frente a la narina y hueso frontal mostrado detrás de la maxila; y el clado 42 esta representado por la especie *Kogia breviceps*, que presenta como características derivadas distintivas rostrum ancho y proceso posterior no en contacto con el proceso zigomático.

5.4.2. Hueso periótico de odontocetos

La filogenia de especies descritas formalmente y de los especímenes no descritos formalmente, con datos morfológicos del hueso periótico en especies que se observó el cráneo y el hueso periótico muestra de forma general 48 clados (Figura 22).

El clado 1 está representado por *Globicephala macrorhynchus* que presenta como características distintivas derivadas proceso anterior con dos puntas y periótico grande. El clado 2 está representado por *Lamprolithax simulans* que presenta como características distintivas derivadas proceso anterior con prominencia y periótico grande. El clado 3 está representado por *Lissodelphis borealis* que presenta como características distintivas derivadas cóclea grande, proceso anterior con dos puntas, ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior, proceso anterior con prominencias y periótico grande. El clado 5 asocia a dos especies (6 y 7) las características distintivas derivadas que los caracterizan son que presentan un proceso anterior no surcado, proceso posterior redondeado y periótico grande; el clado 6 está representado por *Lagenorhynchus* sp que presenta como características distintivas derivadas ángulo agudo entre el proceso

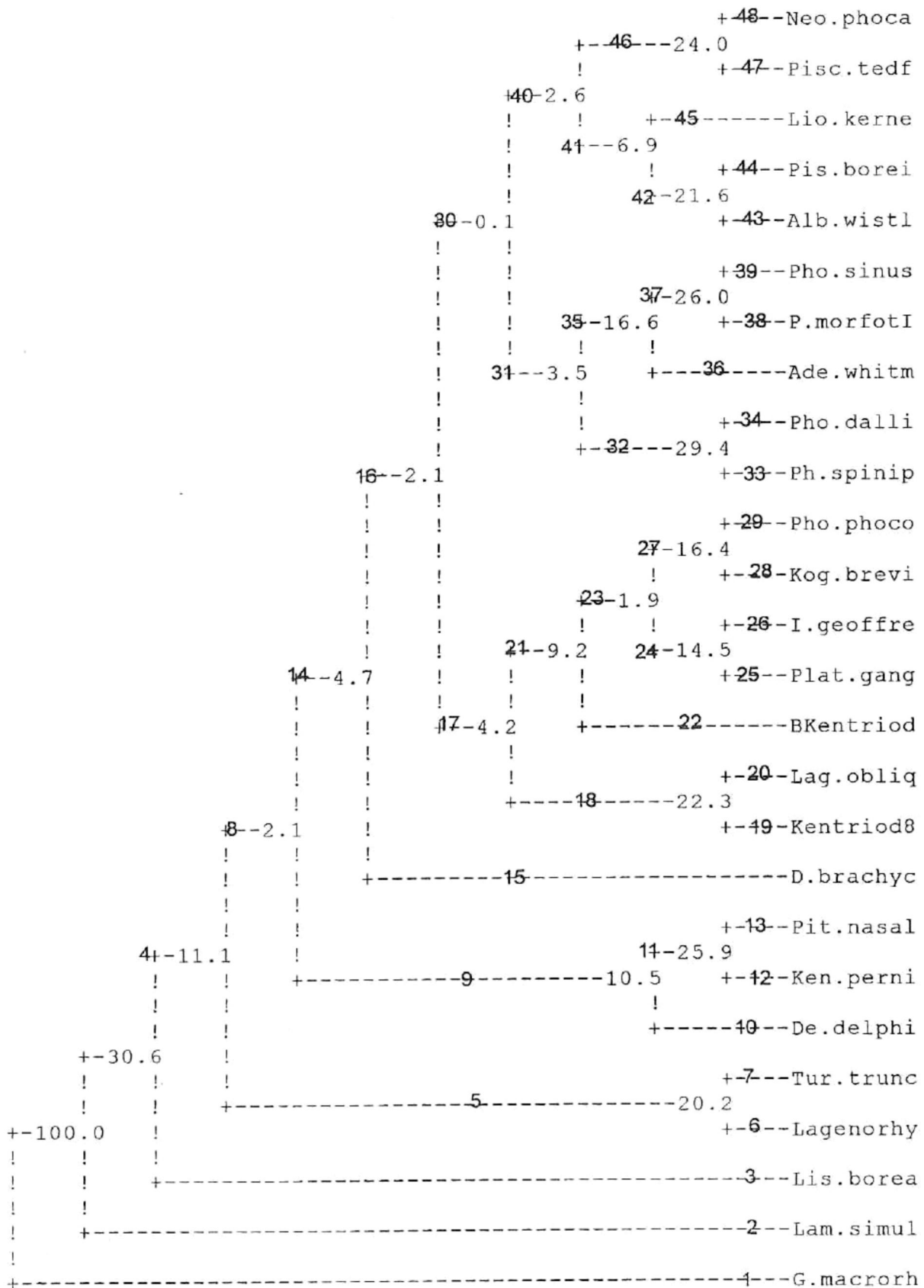


Figura 22. Cladograma de consenso de huesos peri6ticos utilizando polimorfismo parsimonico. El n6mero indica la cantidad de ocasiones que se repite la asociaci6n de un total de 100 topologias.

posterior y el proceso anterior y proceso anterior con prominencia; el clado 7 está representado por *Tursiups truncatus* que presenta como característica distintiva derivada proceso anterior con dos puntas.

El clado 9 asocia a dos grupos (10 y 11) la característica derivada distintiva de este clado es que presenta cóclea pequeña; el primer grupo (10) está representado por *Delphinus delphis* que presenta como características distintivas derivadas proceso anterior con dos puntas y proceso anterior con prominencia; el segundo grupo (11) asocia a dos especies (12 y 13) las características distintivas derivadas que presentan son proceso posterior pequeño y ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior; el clado 12 está representado por *Kentriodon pernix* que presenta como característica distintiva derivada proceso anterior no surcado; y el clado 13 está representado por *Pithanodelphis nasalis* que presenta como características distintivas derivadas proceso anterior con dos puntas y proceso anterior con prominencia. El clado 15 está representado por *Denebola brachycephala* que presenta como características derivadas distintivas ausencia de canal entre el proceso anterior y la cóclea, proceso anterior no surcado, proceso anterior con dos puntas, proceso posterior pequeño, ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior, proceso anterior con prominencia y periótico grande.

El clado 16 asocia a dos grandes grupos (17 y 30). El gran grupo 17 asocia a dos grupos (18 y 21). El grupo 18 asocia a dos especies (19 y 20) presentan como características derivadas distintivas superficie cerebral plana y hueso periótico grande; el clado 19 está formado por *Kentriodontinae*⁸ que presenta

como característica distintiva derivada canal entre el proceso anterior y la cóclea; el clado 20 está formado por *Lagenorhynchus obliquidens* que presenta como características distintivas derivadas proceso anterior con dos puntas, proceso posterior redondeado y ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior. El segundo grupo (21) asocia a dos subgrupos (22 y 23) que presentan como características distintivas derivadas proceso posterior pequeño y meato acústico interno redondeado; el primer subgrupo (22) está formado por Kentriodontinae que presenta como características distintivas derivadas cóclea pequeña, proceso anterior con dos puntas y proceso anterior con prominencia; el segundo subgrupo (23) asocia a dos microgrupos (24 y 27) presentan como características distintivas derivadas proceso posterior redondeado y proceso posterior plano. El primer microgrupo (24) asocia a dos especies (25 y 26) presentan como características distintivas derivadas ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior y superficie cerebral plana; el clado 25 está representado por *Platanista gangetica*, que presenta como características distintivas derivadas proceso anterior no surcado y periótico grande; el clado 26 está representado por *Inia geoffrensis*, que presenta como características derivadas distintivas periótico globoso y proceso anterior con prominencia. El segundo microgrupo (27) asocia a dos especies (28 y 29) presentan como características distintivas derivadas periótico globoso, proceso anterior con dos puntas y proceso anterior con prominencia; el clado 28 está representado por *Kogia breviceps* que presenta como características distintivas derivadas coclea pequeña y ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior; y el

clado 29 está representado por *Phocoena phocoena* que presenta como característica distintiva derivada proceso anterior no surcado.

El segundo gran grupo (30) asocia a dos grupos (31 y 40) que presentan como características distintivas primitivas superficie cerebral convexa y meato acústico interno alargado. El primer grupo (31) asocia a dos subgrupos (32 y 35) que presentan como características distintivas derivadas periótico globoso, proceso anterior no surcado y proceso posterior plano. El primer subgrupo (32) asocia a dos especies (33 y 34) que presentan como característica derivada distintiva coclea pequeña; el clado 33 está formado por *Phocoena spinipinnis*, que presenta como características primitivas distintivas proceso anterior sencillo, proceso posterior punteado y proceso posterior grande; y el clado 34 está formado por *Phocoenoides dalli*, que presenta como características distintivas derivadas proceso anterior con dos puntas, proceso posterior redondeado y proceso posterior pequeño. El segundo subgrupo (35) asocia a dos microgrupos (36 y 37) presentan como características distintivas derivadas la ausencia del canal entre el proceso anterior y la cóclea y proceso posterior pequeño; el clado 36 está formado por *Adelodelphis* nsp., que presenta como característica distintiva derivada periótico grande; el clado 37 asocia a dos especies (38 y 39) que presentan como característica distintiva derivada proceso anterior con dos puntas, el clado 38 está formado por *Phocoena* morfotipo I que presenta como característica derivada distintiva proceso posterior redondeado, y el clado 39 está formado por *Phocoena sinus* que presenta como característica derivada distintiva ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior.

Y el segundo grupo (40) asocia a dos subgrupos (41 y 46) presentan como característica derivada distintiva proceso anterior con dos puntas. El primer subgrupo (40) asocia a dos microgrupos (42 y 45) presentan como características derivadas distintivas proceso posterior plano y periótico grande. El primer microgrupo (42) asocia a dos especies (43 y 44) presentan como características primitivas distintivas proceso posterior redondeado y proceso posterior pequeño; el clado 43 está formado por *Albireo wistleri* que presenta como característica distintiva derivada proceso posterior con prominencia y la característica primitiva distintiva periótico sinusoidal; y el clado 44 está formado por *Piscolithax boreios* que presenta como característica distintiva derivada periótico globoso. El segundo microgrupo (45) está representado por *Liolithax kemensis* que presenta como características derivadas distintivas proceso posterior redondeado, proceso posterior pequeño y proceso anterior con prominencia. Y el segundo subgrupo (46) asocia a dos especies (47 y 48) presentan como características distintivas derivadas periótico globoso y proceso posterior pequeño; el clado 47 está formado por *Piscolithax tedfordi* que presenta como características derivadas distintivas ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior y proceso anterior con prominencia; y el clado 48 está formado por *Neophocaena phocaenoides* que presenta como característica derivada distintiva proceso posterior plano.

5.4.3. Cráneo y hueso periótico de odontocetos en conjunto

La filogenia de especies descritas formalmente y de los especímenes no descritos formalmente, con datos morfológicos del cráneo y del hueso periótico en

especies que se observo el cráneo y el hueso periótico (Figura 23) muestra de forma general 45 clados.

El clado 1 está formado por *Lamprolithax simulans* que presenta como características derivadas distintivas muchos dientes y hueso periótico con prominencia en el proceso anterior y grande. El clado 2 está formado por *Liolithax kernensis* que presenta como características derivadas distintivas cráneo asimétrico, muchos dientes, seno pterigoideo largo y hueso periótico con dos puntas en el proceso anterior, proceso posterior redondeado, proceso posterior pequeño, proceso posterior plano, ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior, proceso anterior con prominencia y periótico grande. El clado 3 está formado por Kentriodontinae que presenta como características derivadas distintivas cráneo grande con relación al cuerpo, muchos dientes, vertex elevado y hueso periótico con cóclea pequeña, proceso anterior con dos puntas, proceso posterior pequeño, ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior, proceso anterior con prominencia, superficie cerebral plana, meato acústico interno redondeado y periótico grande. El clado 4 está formado por *Platanista gangetica* que presenta como características derivadas distintivas cráneo asimétrico, región anterior craneal deprimida, muchos dientes, vertex elevado, seno pterigoideo largo, seno pterigoideo ancho, lagrimal pequeño y hueso periótico con proceso anterior no surcado, proceso posterior redondeado, proceso posterior pequeño, proceso posterior plano ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior, superficie cerebral plana, meato acústico interno redondo y periótico grande.

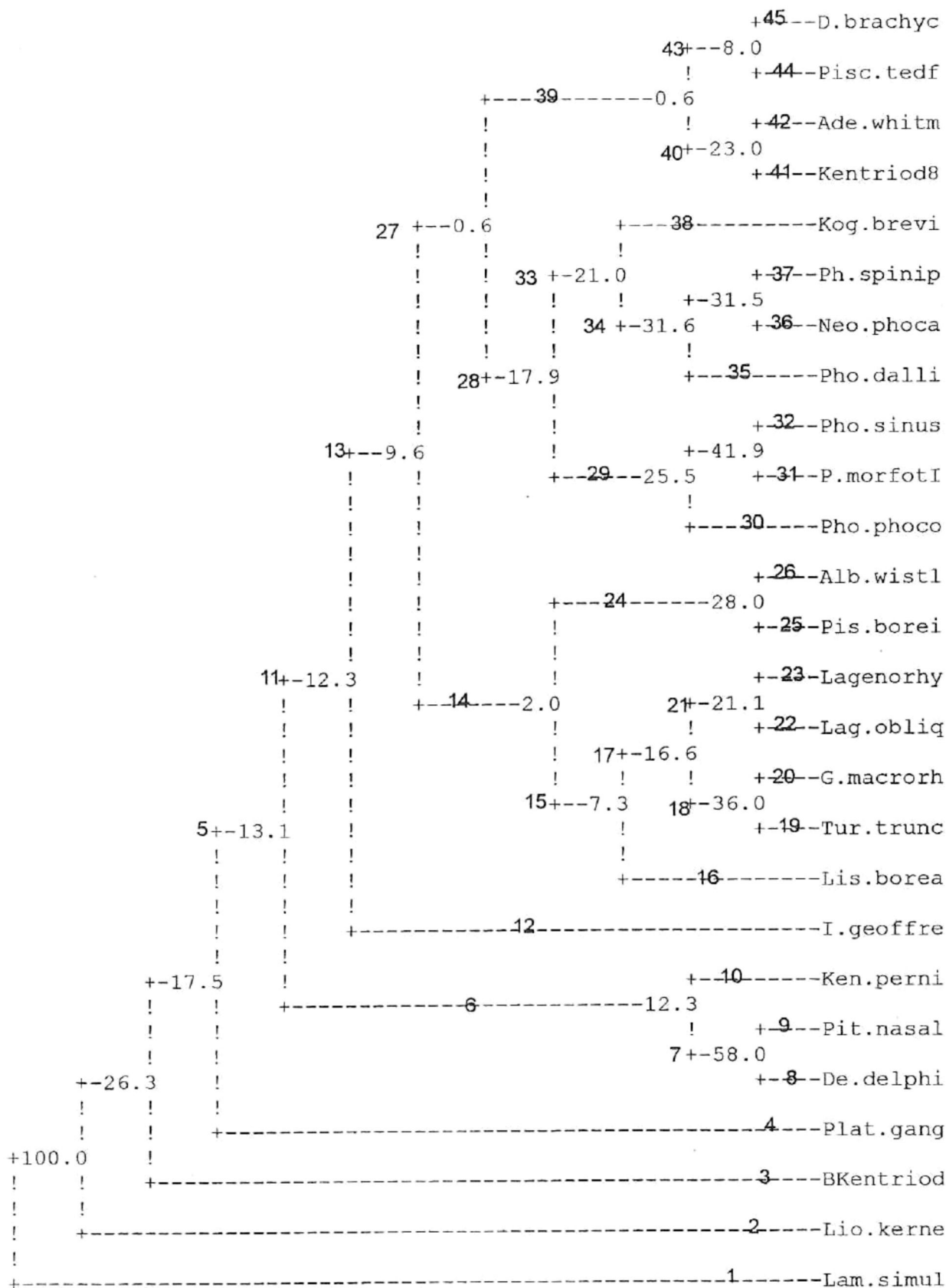


Figura 23. Cladograma de consenso de cráneos y huesos perióticos en conjunto, utilizando polimorfismo parsimónico. El número indica la cantidad de ocasiones que se repite la asociación de un total de 100 topologías.

El clado 5 asocia a dos grandes grupos (6 y 11). El primer grangrupo (6) asocia a dos grupos (7 y 10) presentan como características derivadas distintivas vertex elevado y hueso periótico con cóclea pequeña. El primer grupo (7) asocia a dos especies (8 y 9) presentan como características derivadas distintivas cranium bulboso, narinas desiguales en tamaño, cráneo asimétrico, región anterior craneal deprimida, seno pterigoideo largo y hueso periótico con dos puntas en el proceso anterior y con prominencia en el proceso anterior; el clado 8 está formado por *Delphinus delphis* que presenta como características derivadas distintivas cráneo grande con relación al cuerpo y muchos dientes; y el clado 9 está formado por *Pithanodelphis nasalis* que presenta como características derivadas distintivas seno pterigoideo ancho y hueso periótico con proceso posterior pequeño y ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior. Y el segundo grupo (10) está formado por *Kentriodon pemix* que presenta como características derivadas distintivas protuberancia frente a la narina, seno pterigoideo ancho, narina interna ancha y el hueso periótico con proceso anterior no surcado, proceso posterior pequeño y ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior.

El segundo gran grupo (11) asocia a dos grupos (12 y 13) el clado 12 está representado por la especie *Inea geoffrensis* que presenta como característica primitiva distintiva cráneo delgado. El segundo grupo (13) asocia a dos subgrupos (14 y 27) presentan como característica derivada distintiva cráneo ancho. El primer subgrupo (14) asocia a dos microgrupos (15 y 24) presentan como características derivadas distintivas cráneo grande con relación al cuerpo y hueso periótico grande. El primer microgrupo (15) asocia a dos infragrupos (16 y 17)

presentan como características primitivas distintivas ausencia de protuberancia frente a la narina y hueso periótico globoso y con proceso posterior plano. El primer infragrupo (16) está formado por *Lissodelphis borealis* que presenta como característica derivada distintiva muchos dientes y hueso periótico con cóclea pequeña. Y el segundo infragrupo (17) asocia a dos pequeños grupos (18 y 21) presentan como característica primitiva distintiva pocos dientes. El primer pequeño grupo (18) asocia a dos clados (19 y 20) presentan como característica derivada distintiva vertex elevado; el clado 19 está formado por *Tursiups truncatus* que presenta como características derivadas distintivas cranium bulboso, región anterior craneal deprimida, seno pterigoideo largo y hueso periótico con proceso anterior no surcado y proceso posterior redondeado; y el clado 20 está formado por *Globicephala macrorhynchus* que presenta como características derivadas distintivas rostrum corto, rostrum ancho y arista maxilar no elevada detrás de los nasales. Y el segundo pequeño grupo (21) asocia a dos clados (22 y 23) presentan como característica derivada distintiva proceso posterior redondeado; el clado 22 está formado por *Lagenorhynchus obliquidens* que presenta como características derivadas distintivas narinas desiguales en tamaño y hueso periótico con dos puntas en el proceso anterior y proceso anterior con prominencia; y el clado 23 está formado por *Lagenorhynchus* sp que presenta como características derivadas distintivas hueso periótico con proceso anterior no surcado. Y el segundo microgrupo (24) asocia a dos clados (25 y 26) presentan como características derivadas distintivas rostrum ancho y hueso periótico con ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior; el clado 25 está

formado por *Piscolithax boreios* que presenta como características derivadas distintivas rostrum corto, hueso frontal mostrado detrás de la maxila, narina interna ancha y hueso periótico globoso; y el clado 26 está formado por *Albireo wistleri* que presenta como características derivadas distintivas seno pterigoideo largo y hueso periótico con prominencia en el proceso anterior.

El segundo grupo (27) asocia a dos subgrupos (28 y 39) presentan como característica primitiva distintiva meato acústico interno redondeado. El primer subgrupo (28) asocia a dos microgrupos (29 y 33) presentan como características derivadas distintivas rostrum corto, cráneo asimétrico, región anterior craneal deprimida y hueso periótico globoso. El primer microgrupo (29) asocia a dos infragrupos (30 y 31) presentan como características derivadas distintivas cranium bulboso, proceso posterior no en contacto con el proceso zigomático, seno pterigoideo ancho y lagrimal pequeño; el clado 30 está formado por *Phocoena phocoena* que presenta como característica derivada distintiva meato acústico interno redondeado; el clado 31 está formado por *Phocoena* morfotipo I que presenta como característica derivada distintiva proceso posterior redondeado; y el clado 32 está representado por *Phocoena sinus* que presenta como características derivadas distintivas vertex elevado y hueso periótico con ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior. Y el segundo microgrupo (33) asocia a dos infragrupos (34 y 38) presenta como característica primitiva distintiva ausencia de canal entre el proceso anterior y la cóclea. El primer infragrupo (34) asocia a tres clados (35, 36 y 37) presentan como característica primitiva distintiva ángulo recto entre el proceso posterior y el proceso anterior; el

clado 35 está formado por *Phocoenoides dalli* que presenta como característica derivada distintiva hueso periótico con proceso posterior redondeado; el clado 36 está formado por *Neophocaena phocaenoides* que presenta como características primitivas distintivas vertex no elevado, sino pterigoideo corto y hueso periótico con cóclea grande; y el clado 37 está formado por *Phocaena spinipinnis* que presenta como características derivadas distintivas vertex elevado y hueso periótico con proceso anterior no surcado. Y el segundo infragrupo (38) está formado por *Kogia breviceps* que presenta como características derivadas distintivas hueso periótico proceso anterior con dos puntas, proceso posterior redondeado, proceso posterior pequeño, ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior y meato acústico interno redondeado.

Y el segundo subgrupo (39) asocia a dos microgrupos (40 y 43) presentan como características derivadas distintivas cráneo grande con relación al cuerpo y hueso periótico grande. El primer microgrupo (40) asocia a dos clados (41 y 42) presentan como característica derivada distintiva ausencia del canal entre el proceso anterior y la cóclea; el clado 41 está formado por Kentriodontinae⁸ que presenta como características derivadas distintivas muchos dientes y hueso periótico con superficie cerebral plana; y el clado 42 está formado por *Adelodelphis* nsp. que presenta como características derivadas distintivas cranium bulboso y arista maxilar no elevada detrás de la maxila. Y el segundo microgrupo (43) asocia a dos clados (44 y 45) presentan como características derivadas distintivas cráneo asimétrico, región anterior craneal deprimida, sino pterigoideo ancho y hueso periótico con dos puntas en el proceso anterior, proceso anterior

con prominencia y superficie cerebral plana; el clado 44 está formado por *Piscolithax tedfordi* que presenta como características derivadas distintivas narinas desiguales en tamaño, muchos dientes y protuberancia frente a las narinas; y el clado 45 está formado por *Denebola brachycephala* que presenta como características derivadas distintivas proceso posterior no en contacto con el proceso zigomático, vertex elevado, narina interna ancha y hueso periótico con ausencia de canal entre el proceso anterior y la cóclea y proceso anterior no surcado.

5.4.4. Totalidad de cráneos de odontocetos

La filogenia de especies descritas formalmente y de los especímenes no descritos formalmente, con datos morfológicos del cráneo en todas las especies observadas (Figura 24) muestra de forma general 74 clados.

El clado 1 contiene a *Lamprolithax simulans* y es la especie más primitiva, el único carácter derivado es que presenta muchos dientes. El clado 2 contiene a *Liolithax kernensis* presenta tres características derivadas presenta asimetría craneal, muchos dientes y seno Pterigoideo largo. El clado 3 contiene a Kentriodontido1 que presenta como características derivadas distintivas arista maxilar no elevada detrás de los nasales, muchos dientes, vertex elevado y seno pterigoideo largo. El clado 4 está formado por Kentriodontinae presenta tres características derivadas; presenta un cráneo grande con relación al cuerpo, muchos dientes y un vertex elevado.

El clado 5 asocia a dos grandes grupos (6 y 11) en 16.7 árboles. El primer gran grupo (6) asocia a dos grupos (7 y 10) presentan como característica derivada

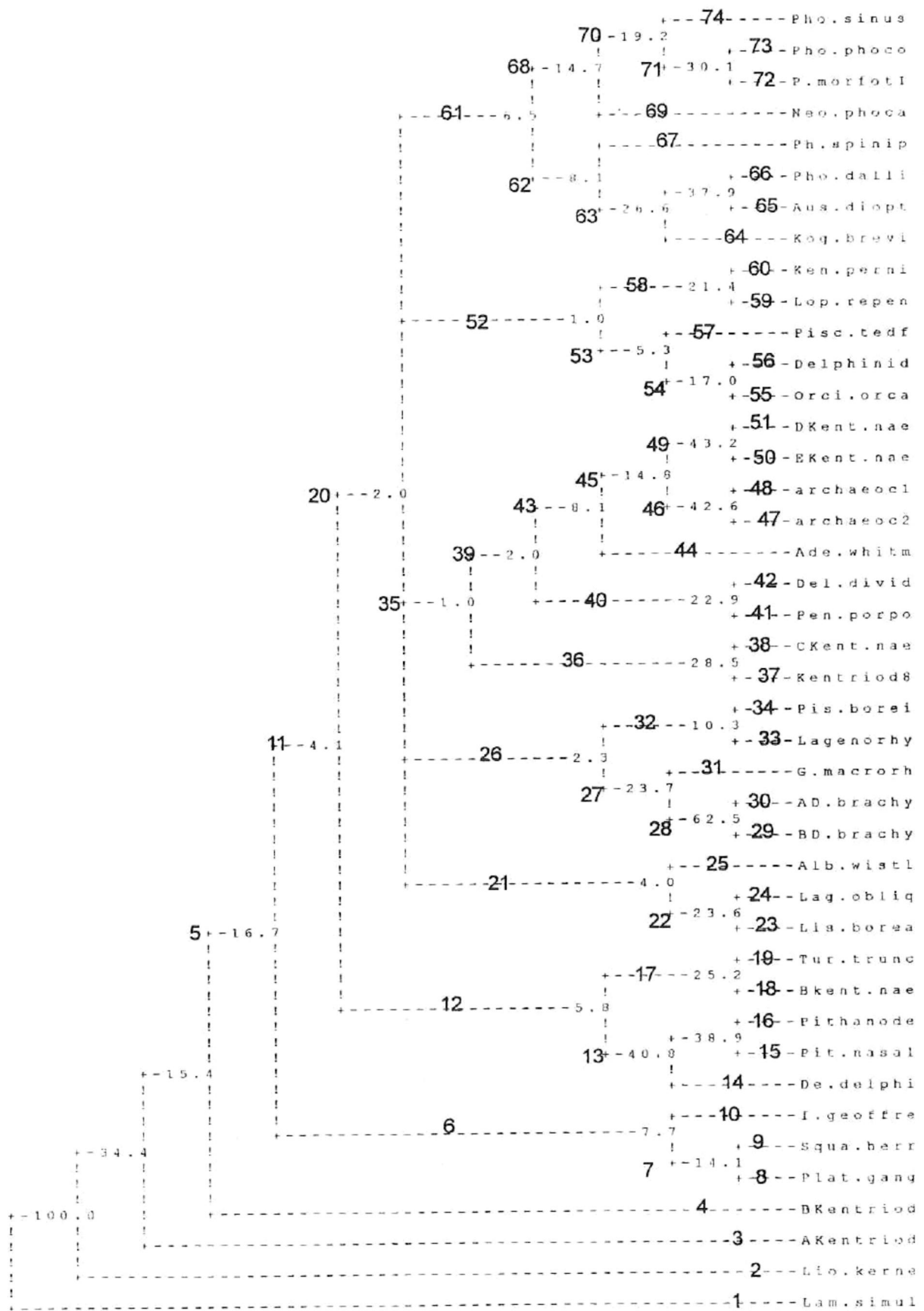


Figura 24. Cladograma de consenso de todos los cráneos utilizando polimorfismo parsimónico. El número indica la cantidad de ocasiones que se repite la asociación de un total de 100 topologías.

distintiva lagrimal pequeño. El primer grupo (7) asocia a dos clados (8 y 9) presentan como características primitivas distintivas cranium esbelto, proceso posterior en contacto con el proceso zigomático, ausencia de protuberancia frente a la nariz y hueso frontal no mostrado detrás de la maxila; el clado 8 está formado por *Platanista gangetica* que presenta como características derivadas distintivas vertex elevado y seno pterigoideo ancho; y el clado 9 está formado por "*Squalodon*" *herrabundus* que presenta como características primitivas distintivas vertex no elevado y seno pterigoideo delgado. El clado 11 está formado por *Inia geoffrensis* que presenta como características derivadas distintivas proceso posterior no en contacto con el proceso zigomático, protuberancia frente a la nariz y hueso frontal mostrado detrás de la maxila.

El segundo gran grupo 11 asocia a dos grupos (12 y 20). El primer grupo (12) asocia a dos subgrupos (13 y 17) presentan como característica derivada distintiva vertex elevado. El primer subgrupo (13) asocia a dos infragrupos (14 y 15) presentan como características derivadas distintivas narinas desiguales en tamaño, cráneo asimétrico y región anterior craneal deprimida. El primer infragrupo (14) está representado por *Delphinus delphis* que presenta como características derivadas distintivas cráneo grande con relación al cuerpo y muchos dientes. Y el segundo infragrupo (15) asocia a dos clados (15 y 16) presentan como característica primitiva distintiva cráneo pequeño con relación al cuerpo; el clado 15 está formado por *Pithanodelphis nasalis* que presenta como característica derivada distintiva seno pterigoideo ancho; y el clado 16 está formado por *Pithanodelphis* que presenta como característica derivada distintiva

muchos dientes. Y el segundo subgrupo (17) asocia a dos clados (18 y 19) presentan como características primitivas distintivas narinas iguales en tamaño y pocos dientes; el clado 18 está formado por *kentriodontinae*² que presenta como características primitivas distintivas cráneo pequeño con relación al cuerpo, cráneo simétrico, región anterior craneal no deprimida y seno pterigoideo delgado; y el clado 19 está formado por *Tursiups truncatus* que presenta como características derivadas distintivas cráneo grande con relación al cuerpo, cráneo asimétrico, región anterior craneal deprimida y seno pterigoideo ancho.

Y el segundo grupo (20) asocia a 5 subgrupos (21, 26, 35, 52 y 61) presenta como característica derivada distintiva cráneo ancho. El primer subgrupo (21) asocia a dos infragrupos (22 y 25) presentan como características derivadas distintivas cráneo bulboso, región anterior craneal deprimida, arista maxilar no elevada detrás de los nasales y seno pterigoideo largo; el primer infragrupo (22) asocia a dos especies (23 y 24) presentan como características derivadas distintivas rostrum corto, narinas desiguales en tamaño, hueso frontal mostrado detrás de la maxila y narina interna ancha; el clado 23 está formado por *Lissodelphis borealis* que presenta como característica derivada distintiva muchos dientes; y el clado 24 está formado por *Lagenorhynchus obliquidens* que presenta como característica derivada distintiva proceso posterior no en contacto con el proceso zigomático; y el clado 25 está formado por *Albireo wistleri* que presenta como característica primitiva distintiva narina interna delgada.

El segundo subgrupo (26) asocia a dos infragrupos (27 y 32) presentan como características derivadas distintivas rostrum corto y ancho, cráneo

asimétrico y seno pterigoideo ancho. El primer infragrupo (27) asocia a dos microgrupos (28 y 31) presentan como característica derivada distintiva vertex elevado. El primer microgrupo (28) asocia a dos clados (29 y 30) presentan como característica derivada distintiva proceso posterior no en contacto con el proceso zigomático; el clado 29 está formado por *Denebola brachycephala* B que presenta como característica primitiva distintiva región anterior craneal no deprimida; y el segundo clado 30 está formado por *Denebola brachycephala* A que presenta como característica derivada distintiva región anterior craneal deprimida. Y el segundo microgrupo (31) está formado por *Globicephala macrorhynchus* que presenta como característica derivada distintiva hueso frontal mostrado detrás de la maxila. Y el segundo infragrupo (32) asocia a dos clados (33 y 34) presentan como características derivadas distintivas cranium bulboso, proceso posterior no en contacto con el proceso zigomático, región anterior craneal deprimida y hueso frontal mostrado detrás de la maxila; el clado 33 está formado por *Lagenorhynchus* sp. que presenta como característica derivada distintiva arista maxilar no elevada detrás de los nasales; y el segundo clado 34 está formado por *Piscolithax boreios* que presenta como características derivadas distintivas muchos dientes y protuberancia frente a la narina.

El tercer subgrupo (35) asocia a dos infragrupos (36 y 39) presentan como característica derivada distintiva proceso posterior no en contacto con el proceso zigomático. El primer infragrupo (36) asocia a dos clados (37 y 38) presentan como características derivadas distintivas cráneo grande con relación al cuerpo, muchos dientes y seno pterigoideo largo; el clado 37 está formado por

Kentriodontinae⁸ que presenta como característica derivada distintiva narina interna ancha; y el clado 38 está formado por Kentriodontinae³ que presenta como características derivadas distintivas cranium bulboso y región anterior craneal deprimida. Y el segundo infragrupo (39) asocia a dos microgrupos (40 y 43) presentan como característica primitiva distintiva seno pterigoideo corto. El primer microgrupo (40) asocia a dos clados (41 y 42) presentan como característica derivada distintiva seno pterigoideo ancho; el clado 41 está formado por *Penttila porposea* que presenta como características derivadas distintivas muchos dientes y narina interna ancha; y el clado 42 está formado por *Delphinodon dividum* que presenta como característica derivada distintiva región anterior craneal deprimida. Y el segundo microgrupo (43) asocia a dos pequeños grupos (44 y 45) presentan como característica derivada distintiva lagrimal pequeño. El primer pequeño grupo (44) está formado por *Adelodelphis* nsp. que presenta como características derivadas distintivas rostrum corto, arista maxilar no elevada detrás de los nasales y hueso frontal mostrado detrás de la maxila. Y el segundo pequeño grupo (45) asocia a dos pequeños subgrupos (46 y 49) presentan como características primitivas distintivas rostrum largo, arista maxilar elevada detrás de los nasales y hueso frontal no mostrado detrás de los nasales. El primer pequeño subgrupo (46) asocia a dos clados (47 y 48) presentan como características derivadas distintivas rostrum ancho y seno pterigoideo ancho; el primer clado (47) está formado por Archaeoceto² que presenta como característica derivada distintiva cranium bulboso; y el segundo clado (48) está formado por Archaeoceto¹ que presenta como característica derivada distintiva

región anterior craneal deprimida. Y el segundo pequeño subgrupo (49) asocia a dos clados (50 y 51) presentan como característica derivada distintiva muchos dientes; el primer clado (50) está formado por Kentriodontinae5 que presenta como característica primitiva distintiva cranium esbelto; y el segundo clado (51) está formado por Kentriodontinae4 que presenta como característica derivada distintiva cranium bulboso.

El cuarto subgrupo (52) asocia a dos infragrupos (53 y 58) presentan como características primitivas distintivas proceso posterior en contacto con el proceso zigomático, arista maxilar elevada detrás de los nasales y seno pterigoideo corto. El primer infragrupo (53) asocia a dos microgrupos (54 y 57) presentan como características derivadas distintivas rostrum corto, narinas desiguales en tamaño, cráneo asimétrico, hueso frontal mostrado detrás de la maxila y seno pterigoideo ancho. El primer microgrupo (54) asocia a dos clados (55 y 56) presentan como característica derivada distintiva narina interna ancha; el primer clado (55) está formado por *Orcinus orca* que presenta como características primitivas distintivas cranium esbelto, pocos dientes, vertex no elevado y ausencia de protuberancia frente a la narina; y el segundo clado (56) está formado por Delphinido que presenta como características derivadas distintivas cranium bulboso y vertex elevado. Y el segundo microgrupo (57) está formado por *Piscolithax tedfordi* que presenta como características derivadas distintivas región anterior craneal deprimida y lagrimal pequeño. Y el segundo infragrupo (58) asocia a dos clados (59 y 60) presentan como características derivadas distintivas vertex elevado y narina interna ancha; el primer clado (59) está formado por *Lophocetus repenningi*

que presenta como características derivadas distintivas rostrum ancho y muchos dientes; y el segundo clado (60) está formado por *Kentriodon pernix* que presenta como característica derivada distintiva seno pterigoideo ancho.

Y el quinto subgrupo (61) asocia a dos infragrupos (62 y 68) presentan como características derivadas distintivas rostrum corto, cráneo asimétrico, región anterior craneal deprimida y narina interna ancha. El primer infragrupo (62) asocia a dos microgrupos (63 y 67) presentan como característica derivada distintiva seno pterigoideo largo. El primer microgrupo (63) asocia a dos pequeños grupos (64 y 65) presentan como característica primitiva distintiva cranium esbelto. El primer pequeño grupo (64) está formado por *Kogia breviceps* que presenta como características primitivas distintivas arista maxilar elevada detrás de los nasales, ausencia de protuberancia frente a la narina y hueso frontal no mostrado detrás de la maxila. Y el segundo pequeño grupo (65) asocia a dos clados (65 y 66) presentan como característica primitiva distintiva vertex no elevado; el clado 65 está formado por *Australophocaena dioptrica* que presenta como características derivadas distintivas rostrum ancho, proceso posterior no en contacto con el proceso zigomático y seno pterigoideo ancho; y el clado 66 está formado por *Phocoenoides dalli* que presenta como características primitivas distintivas rostrum delgado, proceso posterior en contacto con el proceso zigomático y seno pterigoideo delgado. Y el segundo microgrupo (67) está formado por *Phocoena spinipinnis* que presenta como características derivadas distintivas rostrum ancho, cranium bulboso, narinas desiguales en tamaño, proceso posterior no en contacto con el proceso zigomático y seno pterigoideo ancho. Y el segundo

infragrupo (68) asocia a dos microgrupos (69 y 70) presentan como características derivadas distintivas cranium bulboso, proceso posterior no en contacto con el proceso zigomático y seno pterigoideo ancho. El primer microgrupo (69) está formado por *Neophocaena phocaenoides* que presenta como característica derivada distintiva rostrum ancho. Y el segundo microgrupo (70) asocia a dos pequeños grupos (71 y 74) presentan como característica derivada distintiva lagrimal pequeño. El primer pequeño grupo (71) asocia a dos clados (72 y 73) presentan como característica primitiva distintiva rostrum delgado; el primer clado (72) está formado por *Phocoena* morfotipo I que presenta como característica derivada distintiva narinas desiguales en tamaño; y el segundo clado (73) está formado por *Phocoena phocoena* que presenta como característica derivada distintiva vertex elevado. Y el segundo pequeño grupo (74) está formado por *Phocoena sinus* que presenta como características derivadas distintivas narinas desiguales en tamaño y vertex elevado.

5.4.5. Totalidad de huesos perióticos de odontocetos

La filogenia de especies descritas formalmente y de los especímenes no descritos formalmente, con datos morfológicos del hueso periótico en todas las especies observadas muestra de forma general 134 clados (Figura 25).

El clado 1 está formado por Kentriodontinae² que presenta como características derivadas distintivas cóclea pequeña y ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior. El clado 2 está formado por *Kentriodon permix* que presenta como características derivadas distintivas cóclea pequeña,

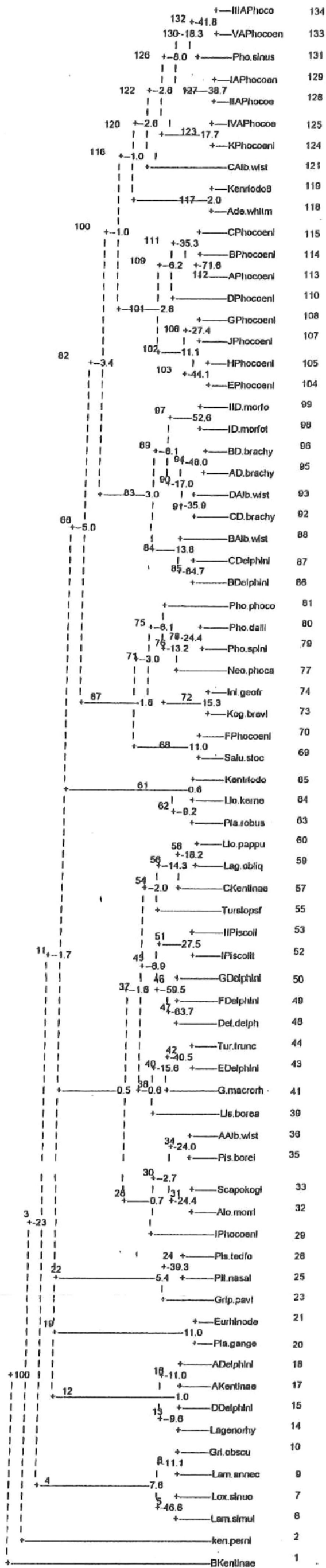


Figura 25. Cladograma de todos los huesos perióticos de todos los huesos perióticos de odontocetos utilizando polimorfismo parsimónico. El número indica la cantidad de ocasiones que se repite la asociación de un total de 100 topologías.

proceso anterior no surcado, proceso posterior pequeño y ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior.

El clado 3 asocia a dos grandes grupos (4 y 11). El primer gran grupo (4) asocia a dos grupos (5 y 8) presentan como características primitivas distintivas proceso anterior surcado y proceso posterior punteado. El primer grupo (5) asocia a dos clados (6 y 7) presentan como características primitivas distintivas proceso posterior grande y rugoso; el primer clado (6) está formado por *Lamprolithax simulans* que presenta como característica primitiva distintiva cóclea grande; y el segundo clado (7) está formado por *Loxolithax sinuosa* que presenta como característica derivada distintiva cóclea pequeña. Y el segundo grupo (8) asocia a dos clados (9 y 10) presentan como característica derivada distintiva proceso posterior plano; el primer clado (9) está formado por *Lamprolithax annectens* que presenta como característica derivada distintiva proceso posterior pequeño; y el segundo clado (10) está formado por *Gripolithax obscura* que presenta como característica derivada distintiva cóclea pequeña.

Y el segundo gran grupo (11) asocia a seis grupos (12, 19, 22, 27, 61 y 66). El grupo 12 asocia a dos subgrupos (13 y 16) presentan como característica primitiva distintiva proceso posterior rugoso. El primer subgrupo (13) asocia a dos clados (14 y 15) presentan como característica derivada distintiva proceso posterior redondeado; el primer clado (14) está formado por *Lagenorhynchus* sp que presenta como característica derivada distintiva periótico grande; y el segundo clado (15) está formado por Delphinido⁴ que presenta como característica derivada distintiva superficie cerebral plana. Y el segundo subgrupo

(16) asocia a dos clados (17 y 18) presentan como característica derivada distintiva proceso posterior pequeño; el primer clado (17) está formado por Kentriodontinae¹ que presenta como características derivadas distintivas superficie cerebral plana y meato acústico interno redondo; y el segundo clado (18) está formado por Delphinido¹ que presenta como características primitivas distintivas superficie cerebral convexa y meato acústico interno alargado.

El grupo 19 asocia a dos clados (20 y 21) presentan como características derivadas distintivas superficie cerebral plana y periótico grande; el clado 20 está formado por *Platanista gangetica* que presenta como características derivadas distintivas proceso posterior pequeño y plano; y el clado 21 está formado por *Eurhinodelphis* que presenta como características primitivas distintivas proceso posterior grande y rugoso.

El grupo 22 asocia a dos subgrupos (23 y 24) presentan como características derivadas distintivas proceso posterior pequeño y proceso anterior con prominencia. El primer subgrupo (23) está formado por *Griplithax pavidus* que presenta como característica derivada distintiva proceso posterior redondeado. Y el segundo subgrupo (24) asocia a dos clados (25 y 26) presentan como característica derivada distintiva proceso anterior con dos puntas; el clado 25 está formado por *Pithanodelphis nasalis* que presenta como característica derivada distintiva cóclea pequeña; y el clado 26 está formado por *Piscolithax tedfordi* que presenta como característica primitiva distintiva cóclea grande.

El grupo 27 asocia a dos subgrupos (28 y 37) presentan como característica primitiva distintiva proceso posterior grande. El primer subgrupo (28) asocia a dos

infragrupos (29 y 30) presentan como característica derivada distintiva proceso posterior plano. El primer infragrupo (29) está formado por *Phocoenoides* que presenta como características derivadas distintivas cóclea pequeña y proceso anterior no surcado. Y el segundo infragrupo (30) asocia a dos microgrupos (31 y 34) presentan como característica primitiva distintiva cóclea grande. El primer microgrupo (31) asocia a dos clados (32 y 33) presentan como característica derivada distintiva meato acústica interno redondeado; el clado 32 está formado por *Alophyseter morricei* que presenta como características derivadas distintivas ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior y proceso anterior con prominencia; y el clado 33 está formado por *Scapokogia* sp que presenta como característica derivada distintiva superficie cerebral plana. Y el segundo microgrupo (34) asocia a dos clados (35 y 36) presentan como característica derivada distintiva ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior; el primer clado (35) está formado por *Piscolithax boreios* que presenta como característica primitiva distintiva proceso anterior plano; y el segundo clado (36) esta formado por el hueso periótico A de *Albireo wistleri* que presenta como característica derivada distintiva proceso anterior con prominencia. Y el segundo subgrupo (37) asocia a tres infragrupos (38, 45 y 54) presentan como característica primitiva distintiva proceso posterior plano. El infragrupo 38 asocia a dos microgrupos (39 y 40) presentan como característica primitiva distintiva superficie cerebral convexa. El microgrupo 39 está formado por *Lissodelphis borealis* que presenta como características derivadas distintivas cóclea pequeña, ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior y proceso anterior

con prominencia. Y el microgrupo 40 asocia a dos pequeños grupos (41 y 42) presentan como características primitivas distintivas cóclea grande y proceso anterior plano; el primer pequeño grupo (41) está formado por *Globicephala macrorhynchus* que presenta como característica derivada distintiva periótico grande; y el segundo pequeño grupo (42) asocia a dos clados (43 y 44) presentan como característica derivada distintiva proceso posterior redondeado; el clado 43 está formado por Delphinido5 que presenta como característica primitiva distintiva periótico pequeño; y el clado 44 está formado por *Tursiups truncatus* que presenta como característica derivada distintiva periótico grande. El infragrupo 45 asocia a dos microgrupos (46 y 51) presentan como características primitivas distintivas proceso posterior punteado y periótico pequeño. El microgrupo 46 asocia a dos pequeños grupos (47 y 50) presentan las mismas características distintivas; el primer pequeño grupo asocia a dos clados (48 y 49); el clado 48 está formado por *Delphinus delphis*; el clado 49 está formado por Delphinido5; y el segundo pequeño grupo está formado por Delphinido6. Y el segundo microgrupo (51) asocia a dos clados (52 y 53) presentan como característica derivada distintiva ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior; el clado 52 está formado por *Piscolithax* morfotipo I que presenta como característica derivada distintiva Superficie cerebral plana; y el clado 53 está formado por *Piscolithax* morfotipo II que presenta como característica primitiva distintiva Superficie cerebral convexa. Y el tercer infragrupo (54) asocia a dos microgrupos (55 y 56). El microgrupo 55 está formado por *Tursiups* que presenta como características derivadas distintivas proceso anterior no surcado y hueso

periótico grande. Y el segundo microgrupo (56) asocia a dos pequeños grupos (57 y 58); el microgrupo 57 está formado por Kentriodontinae³ que presenta como característica derivada distintiva cóclea pequeña; y el segundo microgrupo (58) asocia a dos clados (59 y 60), el clado 59 está formado por *Lagenorhynchus obliquidens* que presenta como característica primitiva distintiva proceso anterior palno y el clado 60 está formado por *Liolithax pappus* que presenta como característica derivada distintiva proceso anterior con prominencia.

El grupo 61 asocia a dos subgrupos (62 y 65) presentan como característica derivada distintiva proceso posterior pequeño. El subgrupo (62) asocia a dos clados (63 y 64) presentan como características derivadas distintivas proceso posterior redondeado y plano; el clado 63 está formado por *Platilithax robusta* que presenta como característica derivada distintiva superficie cerebral plana; y el clado 64 está formado por *Liolithax kernensis* que presenta como características derivadas distintivas proceso anterior con dos puntas y ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior. Y el segundo subgrupo (65) está formado por Kentriodontido que presenta como característica derivada distintiva cóclea pequeña.

Y el grupo 66 asocia a dos subgrupos (67 y 82). El primer subgrupo (67) asocia a dos infragrupos (68 y 71) presentan como característica primitiva distintiva canal entre el proceso anterior y la cóclea. El infragrupo 68 asocia a dos clados (69 y 70) presentan como característica derivada distintiva hueso periótico grande; el clado 69 está formado por *Salamuphocoena stocktoni* que presenta como característica derivada distintiva proceso anterior con dos puntas; y el clado

70 está formado por *Phocoenoides* que presenta como característica derivada distintiva superficie cerebral plana. Y el infragrupo 71 asocia a dos microgrupos (72 y 75) presentan como característica derivada distintiva proceso posterior plano. El primer microgrupo (72) asocia a dos clados (73 y 74) presentan como característica derivada distintiva proceso anterior con prominencia y meato acústico interno redondo; el clado 73 está formado por *Kogia breviceps* que presenta como características derivadas distintivas cóclea pequeña y proceso anterior con dos puntas; y el clado 74 está formado por *Inia geoffrensis* que presenta como característica derivada distintiva superficie cerebral plana. Y el microgrupo 75 asocia a dos pequeños grupos (76 y 81) presentan como característica primitiva distintiva ángulo recto entre el proceso posterior y el proceso anterior. El primer pequeño grupo (76) asocia a dos pequeños subgrupos (77 y 78) presentan como característica primitiva distintiva proceso anterior plano. El primer pequeño subgrupo (77) está formado por *Neophocaena phocaenoides* que presenta como características derivadas distintivas proceso anterior con dos puntas y proceso posterior pequeño. Y el segundo pequeño subgrupo (78) asocia a dos clados (79 y 80) presentan como característica derivada distintiva cóclea pequeña; el clado 79 está formado por *Phocoena spinipinnis* que presenta como características primitivas distintivas proceso anterior sencillo y proceso posterior punteado y grande; y el clado 80 está formado por *Phocaenoides dalli* que presenta como características derivadas distintivas proceso anterior con dos puntas y proceso posterior redondeado y pequeño. Y el segundo pequeño grupo (81) está formado por *Phocoena phocoena* que presenta como características

derivadas distintivas proceso anterior sencillo, proceso posterior punteado, proceso posterior grande y proceso anterior con prominencia.

El segundo subgrupo (82) asocia a dos infragrupos (83 y 100) presentan como característica derivada distintiva ausencia del canal entre el proceso anterior y la cóclea. El primer infragrupo (83) asocia a dos microgrupos (84 y 89) presentan como característica derivada distintiva proceso anterior con prominencia. El primer microgrupo (84) asocia dos pequeños grupos (85 y 88) presentan como características primitivas distintivas proceso anterior sencillo, proceso posterior grande y meato acústico interno redondo. El primer pequeño grupo (85) asocia a dos clados (86 y 87) presentan como características derivadas distintivas periótico globoso y proceso posterior redondeado; el clado 86 está formado por *Delphinido2* y el clado 87 está formado por *Delphinido3*; y el segundo pequeño grupo (88) está formado por *Albireo wistleri* B que presenta como característica derivada distintiva periótico grande. Y el segundo microgrupo (89) asocia a dos pequeños grupos (90 y 97) en 8.1 árboles, presentan como características derivadas distintivas proceso anterior con dos puntas y proceso posterior pequeño. El primer pequeño grupo (90) asocia a dos pequeños subgrupos (91 y 94) presentan como característica primitiva distintiva superficie cerebral convexa. El primer pequeño subgrupo (91) asocia a dos especies (92 y 93), la primer especie (92) es *Denebola brachycephala* C y la segunda especie (93) es *Albireo wistleri* D que presentan como característica derivada distintiva meato acústico interno redondo. Y el segundo pequeño subgrupo (94) asocia a dos especies (95 y 96), la primer especie (95) es *Denebola brachycephala* A y la

segunda especie (96) es *Denebola brachycephala* B que presentan como característica primitiva distintiva meato acústico interno alargado. Y el segundo pequeño grupo (97) asocia a dos especies (98 y 99), la primera especie (98) es *Denebola* morfotipo I y la segunda especie (99) es *Denebola* morfotipo II que presentan como características derivadas distintivas superficie cerebral plana y meato acústico interno redondo.

Y el segundo infragrupo (100) asocia a dos microgrupos (101 y 116) presentan como característica primitiva distintiva proceso anterior plano. El primer microgrupo (101) asocia a dos pequeños grupos (102 y 109) presentan como características derivadas distintivas cóclea pequeña y ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior. El primer pequeño grupo (102) asocia a dos pequeños subgrupos (103 y 106) presentan como características primitivas distintivas proceso posterior grande y superficie cerebral convexa. El primer pequeño subgrupo (103) asocia a dos especies (104 y 105) la primera especie es *Phocoenido*⁴ y la segunda especie es *Phocoenido*⁷ que presentan como característica derivada distintiva proceso anterior no surcado. Y el segundo pequeño subgrupo (106) asocia a dos especies (107 y 108) presentan como característica derivada distintiva proceso posterior redondeado; la primera especie es *Phocoenido*⁹ que presenta como característica derivada distintiva proceso anterior con dos puntas; y la segunda especie es *Phocoenido*⁶ que presentan como característica primitiva distintiva proceso anterior sencillo. Y el segundo pequeño grupo (109) asocia a dos pequeños subgrupos (110 y 111) presentan como característica primitiva distintiva proceso anterior surcado. El

primer pequeño subgrupo (110) está formado por Phocoenido3 que presenta como características derivadas distintivas proceso anterior con dos puntas, proceso posterior redondeado y superficie cerebral plana. Y el segundo pequeño subgrupo (111) asocia a dos pequeños infragrupos (112 y 115) presentan como característica derivada distintiva proceso posterior pequeño. El primer pequeño infragrupo (112) asocia a dos especies (113 y 114), la primera especie es Phocoenido y la segunda especie es Phocoenido1 que presentan como característica derivada distintiva hueso periótico globoso. Y el segundo pequeño infragrupo (115) está formado por Phocoenido2 que presenta como característica primitiva distintiva hueso periótico sinusoidal.

Y el segundo microgrupo (116) asocia a dos pequeños grupos (117 y 120) presentan como característica primitiva distintiva cóclea grande. El primer pequeño grupo (117) asocia a dos especies (118 y 119) presentan como característica primitiva distintiva proceso anterior sencillo. La primer especie (118) es *Adelodelphis* nsp. que presenta como características derivadas distintivas hueso periótico globoso, proceso posterior pequeño y proceso posterior plano; y la segunda especie (119) es Kentriodontido8 que presenta como característica primitiva distintiva proceso anterior surcado. Y el segundo pequeño grupo (120) asocia a dos pequeños subgrupos (121 y 122) presentan como características derivadas distintivas proceso anterior no surcado y con dos puntas. El primer pequeño subgrupo (121) está formado por *Albireo wistleri* C que presenta como característica derivada distintiva hueso periótico grande. Y el segundo pequeño subgrupo (122) asocia a dos pequeños infragrupos (123 y 126) presentan como

característica derivada distintiva hueso periótico globoso. El primer pequeño infragrupo (123) asocia a dos especies (124 y 125) presentan como característica primitiva distintiva proceso posterior rugoso; la primer especie (124) es *Phocoenoides*¹⁰ que presenta como característica derivada distintiva meato acústico interno redondo; y la segunda especie (125) es *Phocoena* morfotipo IV que presenta como característica derivada distintiva proceso posterior redondeado. Y el segundo pequeño infragrupo (126) asocia a dos pequeños microgrupos (127. y 130) presentan como característica derivada distintiva proceso posterior plano. El primer pequeño microgrupo (127) asocia a dos especies (128 y 129) presentan como característica derivada distintiva proceso posterior redondeado, la primera especie (128) es *Phocoena* morfotipo II y la segunda especie (129) es *Phocoena* morfotipo I. Y el segundo pequeño microgrupo (130) asocia a dos clados (131 y 132) presentan como característica primitiva distintiva proceso posterior punteado. El primer clado (131) está formado por *Phocoena sinus* que presenta como característica derivada distintiva ángulo agudo entre el proceso posterior y el proceso anterior. Y el segundo clado (132) asocia a dos especies (133 y 134) presentan como característica primitiva distintiva ángulo recto entre el proceso posterior y el proceso anterior, la primera especie (133) es *Phocoena* morfotipo V y la segunda especie (134) es *Phocoena* morfotipo III.

6. DISCUSIONES

6.1. Variabilidad del hueso periótico entre organismos de la misma especie de odontocetos Delphinoidea

Los primeros estudios relacionados con los huesos del oído se remonta a 1858 cuando Claudius reconoce el valor de la estructura del oído interno en la clasificación de animales. Brandt (1871), en la ausencia de otros elementos esquelétales, establece un nuevo género de Squalodonte basándose únicamente en el hueso timpánico. Subsecuentemente otros investigadores Fraser (1883) y Doran (1879), establecen la posibilidad de identificar a nivel genérico a mamíferos actuales, basándose en los huesos del oído y reconocen el valor que pueden tener asociar a los huesos del oído medio (Wilson, 1973).

Posteriormente Kellogg, (1931) propone siete nuevos géneros y nueve nuevas especies de la familia Delphinidae en una colección de 24 huesos perióticos de Sharktooth Hill, California, EE. UU.. La validez de estos géneros ha sido cuestionada de dos maneras: por el establecimiento de límites de variación con el estudio de muchos perióticos de la misma especie en delfines actuales ó por descubrir los huesos del oído asociados con otras partes esquelétales para definir con un mayor número de caracteres a esas especies.

En relación con el primer cuestionamiento, Kasuya (1973) realizó un estudio basado en la morfometría del sistema timpánico-Periótico, utilizando para su estudio 22 características medibles, de las cuales tres coinciden con las características morfométricas del hueso periótico del presente estudio.

En este trabajo, de las 80 especies ó posibles especies observadas, sólo a las especies *Delphinus delphis*, *Lagenorhynchus obliquidens*, *Phocoenoides dalli*, *Phocoena spinipinnis*, *Phocoena phocoena* y *Phocoena sinus* se les estudiaron tanto el hueso periótico derecho como el izquierdo de un mismo espécimen. Además, a las especies *Delphinus delphis*, *Phocoena phocoena* y *Phocoena sinus* se estudiaron por lo menos dos especímenes con sus respectivos huesos perióticos, tanto el izquierdo como el derecho.

Morfológicamente y morfométricamente no se observaron diferencias entre los huesos perióticos derecho e izquierdo de un mismo espécimen de las especies estudiadas; por lo que es posible que los huesos perióticos en odontocetos Delphinoidea son iguales el hueso izquierdo y el derecho, lo que concuerda con lo reportado por Kasuya (1973), donde observo 313 especímenes correspondientes a 30 géneros de odontocetos. Por lo que en el hueso periótico de odontocetos Delphinoidea, tanto en especies actuales como en especies fósiles, no influye el grado de asimetría craneal característico de este grupo.

Los especímenes de *Delphinus delphis* estudiados corresponden a un espécimen juvenil y a un adulto. Morfológicamente (Figura 12 y 15) no hay diferencias entre los huesos perióticos derecho e izquierdo del mismo espécimen, así como entre los huesos perióticos de ambos especímenes. Morfométricamente los huesos perióticos de ambos especímenes en general no varían; la diferencia más marcada se encuentra en el acueducto coclear, que es más grande en los huesos perióticos del espécimen adulto que en los huesos perióticos del espécimen juvenil. Esta diferencia puede ser debida al paedomorfismo (la

retención de algunas características fetales o juveniles de un ancestro en los adultos de una especie actual), el cual es muy evidente en los cráneos pero es poco apreciable en los huesos perióticos.

En especímenes fósiles se observaron dos series de huesos perióticos correspondientes a dos diferentes especies. La primera serie corresponde a los huesos perióticos identificados como *Liolithax kernensis*; morfológicamente estos huesos son iguales y morfométricamente varían en el ancho del acueducto coclear; lo que coincide con lo observado en los huesos perióticos de *Delphinus delphis*. Esto hace suponer que las variaciones morfológicas observadas en la serie de *Liolithax kernensis*, corresponden a diferencias paedomórficas.

Los especímenes de *Phocoena phocoena* estudiados corresponden a dos especímenes adultos, uno hembra y uno macho. Morfológicamente no hay diferencias entre los huesos perióticos derecho e izquierdo del mismo espécimen, así como entre los huesos perióticos de ambos especímenes. Morfométricamente los huesos perióticos del macho, en general son ligeramente más grandes que los huesos perióticos de la hembra, aunque proporcionalmente no varían. Esta diferencia puede estar asociada al dimorfismo sexual, sólo que el dimorfismo sexual es inverso en el cráneo a diferencia del hueso periótico, siendo más grande el cráneo de la hembra que el cráneo del macho. Esta es una observación basada en dos especímenes, por lo que es necesario el estudio de más especímenes para llegar a una conclusión.

De los 13 especímenes de *Phocoena sinus* estudiados siete son hembras (dos juveniles y cinco adultos) y seis son machos (dos juveniles y cuatro adultos).

Morfológicamente, los huesos perióticos de todos los especímenes estudiados no varían, es decir, que tanto en hembras como en machos, juveniles ó adultos las características morfológicas son las mismas. Morfométricamente, los huesos perióticos de todos los especímenes son similares; no se observan diferencias entre las medidas del hueso periótico de machos y hembras; la única variación observada es que el largo del meato acústico interno es más largo en los especímenes adultos y más corto en los especímenes juveniles; esta diferencia está dada porque el acueducto de Fallopi está separado del meato acústico interno en especímenes juveniles. En *Phocoena sinus* el dimorfismo sexual no es apreciable en el hueso periótico, mientras que morfométricamente, el paedomorfismo es apreciable en el meato acústico interno, lo que concuerda con lo observado por Torre-Cosío (1995), al concluir que los especímenes inmaduros nacen con el sistema Tímpanico-periótico casi completamente desarrollado.

Otra especie actual en la que se observaron cinco huesos perióticos fue *Phocoena spinipinnis*. Morfológicamente esta serie de huesos perióticos presentan las mismas características. Morfométricamente, al igual que *Phocoena sinus*, la mayor variación presente se encuentra en el meato acústico interno, por lo que esta serie representa a organismos juveniles y adultos.

La segunda serie corresponde a los huesos perióticos identificados como Phocoenido morfotipo I al Phocoenido morfotipo V, colectados en Isla de Cedros, B.C., México, los cuales morfológicamente son iguales y morfométricamente presentan una variación marcada en el largo del meato acústico interno; por lo

que esta serie probablemente representa la variación de organismos juveniles y adultos de una misma especie.

Morfológicamente en odontocetos Delphinoidea el hueso periótico tiene características morfológicas distintivas de cada especie no importando el paedomorfismo, diferencia sexual ni la asimetría craneal. Se propone que en la descripción de las especies de odontocetos Delphinoidea se agregue la descripción del hueso periótico, pues las características de este asociadas a las características craneales permiten diferenciar al nivel de especie.

Morfométricamente en odontocetos Delphinoidea el hueso periótico izquierdo y el derecho de un mismo espécimen no varía. Entre especímenes adultos y juveniles, de iguales o diferentes sexos de la misma especie, las características morfométricas son similares o iguales.

Phocoena sinus es el odontoceto Delphinoidea que menor distribución geográfica presenta, además de tener una población muy pequeña que se reproduce en consanguinidad (Rosel, 1992; Rosel y Rojas-Bracho, 1993), posiblemente a esto se deba la baja variabilidad morfométrica que presenta en el hueso periótico; lo que no se observa en las otras especies de odontocetos Delphinoidea estudiados en este capítulo. En relación con este cuestionamiento se sugiere un estudio más específico sobre la variabilidad morfométrica en odontocetos Delphinoidea y correlacionarlo con la amplitud geográfica que presenta la especie.

El paedomorfismo puede ser observado con la morfometría en el hueso periótico, en la familia Phocoenidae los especímenes juveniles presentan el

meato acústico interno más corto y en especies de las otras familias de la superfamilia Delphinoidea el acueducto coclear es más pequeño. Esto permite la diferenciación en base al hueso periótico de estos grupos. Posiblemente estas características paedomórficas se relacionen con los cambios alimenticios de especímenes juveniles a adultos.

6.2. Comparación de la variabilidad del hueso periótico entre organismos de diferentes especies de odontocetos Delphinoidea

Morfológicamente las características del hueso periótico descritas en este estudio son distintivas a nivel de especie, y dentro de una familia de cetáceos los huesos del área del oído son remarcadamente similares en una misma línea de especialización, por lo que se puede encontrar una interrelación filética aparente, concordando con lo expuesto por Wilson (1973).

Los resultados del análisis multivariado (Figura 12 y 15) muestran una asociación filética que no concuerda con las filogenias hasta este momento descritas por otros autores como Barnes *et al.* (1985), Barnes (1990), Heyning (1989), de Muizon (1988, 1991) ya que sus estudios sólo se han referido a características craneales.

El oído es una estructura densa y pesada asociada a la aparente especialización para resistir grandes presiones a considerables profundidades; Nummela *et al.* (1999) mencionan que la consistente alta densidad observada en el sistema del oído en todas las especies de cetáceos sugiere que la densidad tiene un rol funcional importante. Esta característica del hueso periótico se presenta en especies primitivas y derivadas, sólo que las especies derivadas

presentan un hueso periótico más denso, dado por el tamaño y la forma globosa que presentan. Si el aparato auditivo cumple con los requerimientos a un modo de vida acuática, esta estructura probablemente muestre las exigencias ambientales y adaptaciones para la percepción del sonido, lo que concuerda con lo propuesto por Kellogg (1928) que la utilización de este órgano, puede permitir describir algún tipo de diversificación de cetáceos.

En este trabajo las agrupaciones que muestran estas figuras describen asociaciones primitivas y derivadas para el hueso periótico, las características más representativas de estos agrupamientos es que los especímenes primitivos presentan un hueso periótico sinusoidal y pequeño, mientras que los especímenes derivados presentan un hueso periótico grande y globoso. Con base en esto, las familias de Odontocetos Delphinoidea con características del hueso periótico primitivas son Kentriodontidae (Oligoceno tardío- Mioceno tardío), Delphinidae (Mioceno tardío- reciente) y Albireonidae (Mioceno tardío- Plioceno temprano); y las familias con características del hueso periótico derivadas son Monodontidae (Mioceno tardío- reciente) y Phocoenidae (Mioceno tardío- reciente).

La alimentación y las características del hábitat de cada especie de odontocetos Delphinoidea es muy importante en los cambios adaptativos reflejados en el hueso periótico, por lo que sugiero el que se realice un análisis de correlación de las características morfológicas, de las características alimenticias y de las características oceanográficas del hábitat de la especie (Temperatura y densidad) que permitan conocer realmente la relación que hay entre estas

características y poder concluir que factores son los que han determinado la especialización de los odontocetos Delphinoidea.

Las asociaciones obtenidas mediante el análisis multivariado resultantes de la morfología del hueso periótico del presente estudio, tiene una aparente relación con el hábitat de las especies estudiadas, lo que en este momento no puede ser concluido por falta resultados biogeográficos y correlaciones ambientales.

Como aclaración este estudio se basa en que cada característica morfológica del hueso periótico presenta sólo dos posibilidades: primitivo ó derivado, además de que las características solo se desarrollan en un solo sentido, de primitivo a derivado. En la naturaleza es mucho más complicado, ocurren más posibilidades y algunas veces puede ocurrir el proceso en el sentido inverso, de derivado a primitivo es decir en sentido regresivo; por lo tanto se sugiere realizar estudios y análisis donde se tenga en cuenta estos aspectos y de esta manera se pueda obtener más detalle sobre la filogenia de los huesos perióticos.

Algunos de los especímenes habían sido clasificados de manera incorrecta, por esta razón, los especímenes de *Albireo wistleri* C y D están más relacionadas las características morfológicas del hueso periótico con el género *Denebola*, por esta razón se cambia su denominación a *Denebola* sp1 y *Denebola* sp2 respectivamente. Por sus características del hueso periótico los especímenes llamados Delphinido5 y 6 se asocian con la especie *Delphinus delphis*, debido a la localidad de colecta ocurrida en el Alto Golfo de California, México pueden ser atribuidos a *Delphinus tropicalis* Heyning y Perrin, 1994.

Las agrupaciones que resultan del análisis multivariado de datos morfométricos del hueso periótico (Figura 17) muestran que las especies estudiadas se relacionan con base en la longitud y el ancho del hueso periótico. En el primer gran grupo se asocian las especies con menor longitud y menor ancho del hueso periótico y en el segundo gran grupo se asocia las especies de con mayor longitud y mayor ancho del hueso periótico.

Las agrupaciones mostradas en la figura 20 muestran de manera similar a la totalidad de los especímenes estudiados en relación directa con el tamaño del hueso periótico, asociando claramente a los especímenes de la misma especie y en forma indirecta asocia a los huesos perióticos en relación con que tan primitivos o derivados son.

En los especímenes estudiados juveniles de las especies *Phocoena sinus* y *Delphinus delphis* se observan las mismas características morfométricas que los especímenes adultos, por lo que la edad del organismo no influye sobre las características morfométricas de la especie, es decir no varían con la edad (Kasuya, 1973).

El análisis multivariado de datos morfométricos del hueso periótico en especímenes en que se estudio el hueso periótico y el cráneo, no muestra resultados relevantes que puedan apoyar alguna hipótesis o demostrar que el tamaño del hueso periótico se relacione con algún aspecto biológico de los organismos. Por ejemplo los cachalotes y los cachalotes pigmeos tienen un mismo comportamiento alimenticio, buscan su alimento en aguas profundas, sin embargo las características morfométricas del hueso periótico no son similares.

Sin embargo, la mayor parte de los especímenes con hueso periótico pequeño son Phocoenidae y Kentriodontidae; y con hueso periótico grande son Delphinidae, Monodontidae y Albireonidae. Por lo que este análisis puede ser de utilidad para discriminar entre familias lo que concuerda con lo reportado por Kasuya (1973).

Como una observación adicional no documentada en el presente trabajo la densidad del hueso periótico puede ser determinativa en algunos casos de especiación y diversificación de este grupo (Nummela *et al.*, 1999). Se sugiere estudiar la densidad del hueso periótico de las diferentes especies.

Los resultados de los cladogramas de los datos morfológicos del hueso periótico (Figura 22 y 25) muestra asociaciones que no concuerdan con la sistemática basada en datos craneales (Barnes *et al.*, 1985; Barnes, 1990; Heyning, 1989; De Muizon, 1988 y 1991; Fordyce *et al.*, 1994). Los resultados asocian a especímenes de la misma especie, siendo en este sentido el análisis consistente (Figura 22); al analizar en conjunto todos los huesos perióticos (Figura 25), aparentemente no existen asociaciones filéticas claras lo que confirma que los huesos perióticos aislados no son diagnósticos en la sistemática (Kasuya, 1973; Barnes, 1978a, Barnes *et al.*, 1984i, Flores-Trujillo *et al.*, 1999, 2000; Flores *et al.*, 1991).

Sin embargo existen algunas tendencias claras que se pueden observar son las relacionadas con la forma general del hueso periótico, las cuales se refieren a su forma y su tamaño.

El hueso periótico en general presenta tres estructuras: la cóclea, el proceso posterior y el proceso anterior; cada una de estas estructuras pueden ser vista por separado para distinguir las tendencias evolutivas que siguen.

La cóclea tiene las características primitivas de ser pequeña y plana en la superficie cerebral, a ser grande y convexa en la superficie cerebral.

El proceso posterior tiene de manera general la característica primitiva de ser grande y la característica derivada de ser pequeño, lo que implica el pasar de ser punteado y rugoso (como características primitivas) a ser redondeado y plano (como características derivadas).

El proceso anterior tiene la característica primitiva de ser grande y la característica derivada de ser pequeño, lo que implica el pasar de ser surcado, plano y presentar dos puntas (como características primitivas), a ser no surcado, presentar prominencia y presentar una sola punta (como características derivadas).

La forma sinusoidal como característica primitiva y globoso como característica derivada, esta tendencia es directa. Lo que muestra a la familia Phocoenidae, subfamilia Phocoeninae Barnes, 1985 como el grupo más derivado. Y la familia Kentriodontidae se reconocen como la Familia más primitiva de odontocetos Delphinidae.

Los huesos perióticos pequeños pertenecen a especies primitivas y los huesos perióticos grandes a especies actuales. La excepción se observa en las especies actuales de la familia Phocoenidae (como una tendencia regresiva), las

cuales a partir del Plioceno tardío, tienen la tendencia a reducir el tamaño del hueso periótico en comparación con las especies fósiles (Barnes, 1985c).

Con base en lo anterior se puede establecer que el hueso periótico es muy buen indicador del grado evolutivo que presentan las especies, pues la mayoría de las características morfológicas que lo distinguen presentan tendencias evolutivas directas. Pero el análisis cladístico no muestra un resultado claro, pues estas características no son aditivas, es decir que puede haber una especie con muchas características primitivas y no pueda ser considerada primitiva, pues presenta alguna característica que la ha hecho modificarse notablemente y por esta característica considerarse derivada. Además no puede ser utilizado de manera aislada para identificar especies o para construir arboles filéticos lo que concuerda con los resultados de Kasuya (1973); Barnes (1978a), Barnes *et al.* (1984i), Flores-Trujillo *et al.* (1999, 2000); y Flores *et al.* (1991).

Tomando en cuenta las tendencias antes mencionadas (Tabla XI) se propone la filogenia expuesta en la figura 26A, la cual es obtenida al evaluar únicamente el hueso periótico. Posiblemente algunas características del hueso periótico en la familia Delphinidae, pudieron haber sufrido una regresión ó simplemente no las presentaron, por lo que se sugiere la filogenia expuesta en la figura 26B.

Esta filogenia presenta variaciones a lo obtenido por Barnes (1990), de Muizon (1988) y Fordyce (1994) por que ellos utilizaron las características del cráneo; sin embargo el orden de las familias con representantes actuales (Figura 26A) concuerda con lo obtenido por Árnason y Gullberg (1996) y Hasegawa *et al.*

Tabla XI. Caracterización del hueso periótico en las familias de Odontocetos Delphinoidea.

Característica	Kentriodontidae	Delphinidae	Monodontidae	Albireonidae	Phocoenidae
C. pequeña	P	D	D	D	D
C. plana	P	D	D	P	D
P. A. grande	P	P	P	P	D
P. A. surcado	P	D	P	D	D
P. A. plano	P	P	P	P	D
P. P. grande	P	P	D	P	D
P. P. punteado	P	D	D	P	P
P. P. rugoso	P	P	D	P	D

C.= cóclea. P. A.= proceso anterior. P. P.= proceso posterior.
P= Primitivo D= Derivado.

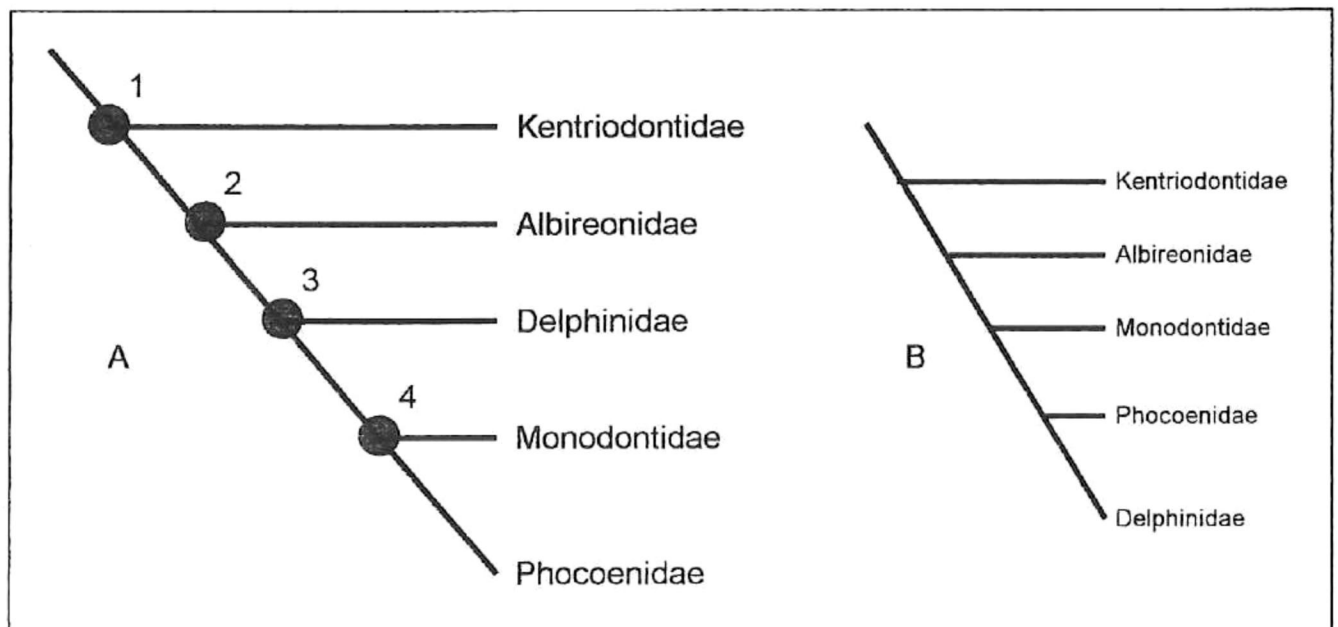


Figura 26. Filogenia de odontocetos Delphinoidea tomando en cuenta las características morfológicas distintivas del hueso periótico: 1) cóclea grande; 2) cóclea convexa y proceso posterior redondeado; 3) proceso posterior pequeño y plano; y 4) proceso anterior pequeño y con prominencia.

(1997) quienes trabajan con secuencias de citocromo b; y concuerda (Figura 26b) con lo obtenido por Milinkovitch *et al.* (1993) y Milinkovitch (1995) quienes trabajan con secuencias de ADN mitocondrial de especies actuales, y Heyning (1989, 1997) y Heyning y Mead (1990) quienes trabajan con datos morfológicos.

6.3. Comparación de las características de cráneos de odontocetos

Delphinoidea

Los datos morfológicos craneales están estrechamente relacionados con las características distintivas al nivel de subfamilia (Jefferson, 1993), a diferencia de los trabajos realizados por Barnes *et al.* (1985), Barnes (1990) y de Muizon (1988, 1991) quienes analizan sistemáticamente a los especímenes con características distintivas del cráneo a nivel de familia, subfamilia y género.

Los análisis multivariados realizados a estos datos muestran asociaciones al nivel de especie, por lo que estas asociaciones describen un tipo de filogenia que aquí se discute.

En las especies *Delphinus delphis*, *Phocoena sinus* y *Phocoena phocoena*, se incluyen más de un espécimen. Respectivamente se observaron dos especímenes, un adulto y un juvenil; dos especímenes, una hembra y un macho; y 13 especímenes machos, hembras y juveniles. Por lo que no fue posible hacer un análisis de variaciones intra-específicas.

En las especies pertenecientes a la Familia Phocoenidae no existen diferencias morfológicas en el cráneo al comparar hembras con machos o adultos con juveniles; mientras que en *Delphinus delphis* si hay diferencia al comparar especímenes juveniles y adultos, dado el paedomorfismo que esta especie

presenta. Estas observaciones se observan también al analizar las características morfológicas del hueso periótico. Esto refuerza la hipótesis antes planteada con respecto a la poca variabilidad de las características del cráneo y del hueso periótico pueden ser debidas al tipo de alimentación idéntica en juveniles y adultos en la familia Phocoenidae y diferente la alimentación entre juveniles y adultos en la familia Delphinidae.

Una característica de los especímenes más primitivos de la Familia Kentriodontinae es la simetría craneal, la cual es evidente desde el punto de vista estricto de lo que es asimetría craneal (Miller, 1923), pero en los especímenes estudiados de esta familia se pudo observar que presentan asimetría poco desarrollada, pues la línea central del hueso occipital esta ligeramente desviada de la línea central de la caja cerebral; siendo tal vez esta característica un primer grado de asimetría craneal. La asimetría es una característica muy importante en el proceso de comparación de los aspectos craneales de los Odontocetos Delphinoidea, ya que siempre presenta una tendencia a desarrollarse cada vez más y ser más evidente en especies Derivadas. Esto representa una clara tendencia evolutiva que no muestra retrocesos. Por lo que las especies de la familia Kentriodontidae se consideran como las más primitivas, basándose en esta característica craneal y corrobora lo propuesto en el estudio del hueso periótico.

Un segundo grado de asimetría es la desviación hacia la izquierda de los huesos nasales y un tercer grado de asimetría es el presentar las narinas de diferente tamaño; estos dos últimos grados de asimetría se presentan en la

mayoría de los Odontocetos: Delphinidae, Phocoenidae, Albireonidae y Monodontidae.

Aunque en algunas especies actuales el tercer grado ya no se presenta, en otras especies de odontocetos, superfamilia Physeteroidea (no analizada en este trabajo), es muy alto este último grado. La asimetría craneal ocurre sólo en Odontocetos: y probablemente esta relacionada con la producción del sonido; el grado de asimetría que presentan las diferentes especies de odontocetos Delphinidae es importante al evaluar el papel que guardan las especies con su entorno y posiblemente muestre la efectividad que tienen en su nivel alimenticio.

El análisis multivariado de características morfológicas craneales (Figuras 11 y 14) muestra agrupaciones específicas muy claras, por lo que resulta de gran significancia, ya que las especies son agrupadas por familias teniendo semejanza con la sistemática propuesta por Fordyce y Barnes (1994). Como ya se comentó la asimetría produce la primera separación de los especímenes en dos grupos y marca el carácter primitivo de la familia Kentriodontidae. Las siguientes subdivisiones están relacionadas con el largo y el ancho del rostrum, lo que sugiere adaptaciones o derivaciones relacionadas a la dieta de los organismos, separando a la familia Phocoenidae como especies con rostrum corto y ancho y a la familia Delphinidae con rostrum angosto y largo. Esto demuestra que el análisis de la forma del cráneo está íntimamente relacionada con las formas y los tipos de presas de los cuales se alimentan las especies.

Los datos morfométricos del cráneo han sido utilizados por Perrin (1975), Ichishima (1994) y Heyning y Perrin (1997) para describir especies fósiles o para

distinguir especies y subespecies actuales. Por lo que demuestra que esto es una herramienta realmente fuerte, para distinguir la clasificación sistemática.

Las agrupaciones que se muestran en la figura 15 muestran una asociación con relación al tamaño de la especie. Es importante resaltar los dos especímenes de *Delphinus delphis* se encuentran separados, esta diferencia es debida al paedomorfismo que presenta la especie y demuestra que el análisis morfométrico no tiene un alto significado para la sistemática inter-específica, por lo que se recomienda trabajar solo con especímenes adultos y en el caso de existir dimorfismo sexual, trabajar con Machos o hembras.

En el primer gran grupo se asocian los especímenes de tallas pequeñas familias Phocoenidae y Kentriodontidae, esto permite suponer un proceso de convergencia evolutiva con respecto al tamaño; y en el segundo gran grupo se asocia los especímenes de tallas grandes familias Delphinidae, Albireonidae y Monodontidae.

Las diferencias entre macho y hembra de la especie *Phocoena phocoena* no son tan grandes, pero no se tienen más datos de esta misma especie para poder decir que tan grandes son, pero se pueden distinguir diferencias sexuales, utilizando la morfometría.

El tamaño o talla en odontocetos tiene dos implicaciones: la primera es para evitar la pérdida de calor en las especies migratorias y buceadoras; y la segunda es para evitar depredadores (Fordyce y Barnes, 1994). Lo que hace suponer que las especies pequeñas (primitivas) y las marsopas actuales tienen hábitats restringidos, es decir no necesitan tener un gran tamaño para controlar los

cambios de temperatura o no son grandes buceadoras y también es posible asociarlo a una gran cantidad de depredadores sobre ellas.

Todos los especímenes de *Phocoena sinus* adultos se asocian en dos grupos, el primer grupo es de 4 especímenes juveniles y el segundo grupo es de 7 especímenes adultos. El análisis de datos morfométricos del cráneo en *Phocoena sinus* no muestra diferencias entre el tamaño del cráneo de machos y hembras, pero si muestra las diferencias entre especímenes juveniles y especímenes adultos, en un pequeño grado.

La morfometría del cráneo en odontocetos ayuda a definir los rangos de variación que presentan los huesos del cráneo en especies de odontocetos, pudiendo distinguir variaciones sexuales y variaciones paedomórficas.

Los análisis filéticos de datos morfológicos craneales (Figuras 21 y 24) muestran asociaciones claras que pueden ser identificadas como asociaciones derivadas de características que cambian. Esta metodología no toma en cuenta el factor tiempo ni el factor geográfico por lo que limita el poder establecer líneas evolutivas de manera clara y detallada. Sin embargo el tomar en cuenta estos factores para poder explicar los resultados nos puede ayudar a establecer las tendencias morfológicas en las líneas evolutivas de los odontocetos Delphinidae partiendo de datos morfológicos craneales.

Las tendencias que tienen cada una de las características craneales tomadas en este trabajo se discuten a continuación.

El cráneo pequeño con relación al cuerpo es una característica difícil de referir, ya que en la mayoría de los especímenes que se evaluaron sólo se pudo

observar el cráneo. Por tal motivo fue necesario el recurrir a la bibliografía (Jefferson *et al.*, 1993) para poder determinar esta relación. En especímenes fósiles muchas veces sólo fue posible el evaluar el cráneo (ya que sólo esta estructura fue asignada al fósil), para poder evaluar esta característica en especímenes fósiles fue necesario recurrir a la descripción del grupo (Barnes, 1973b, 1976, 1978a, 1984f, 1984g, 1985c, 1985d, 1985e, 1985f, 1988b, 1988c, 1990i, 1992e, 1997g, Barnes *et al.*, 1984j, 1985a, Hirota *et al.*, 1992, Ichishima *et al.*, 1992, 1995, Miyazaki *et al.*, 1992, Aranda-Manteca *et al.*, 1993, Fordyce *et al.*, 1994, 1995, Kellogg, 1928, Mchedlidze, 1984) y correlacionar comparativamente a especies taxonómicamente cercanas (uniformismo taxonómico). Con base en este antecedente se observó que ésta característica tiene una tendencia evolutiva directa, en cráneo pequeño en especies primitivas que se modifica a un cráneo grande en especies derivadas de la mayoría de las especies de odontocetos Delphinidae, observándose una tendencia regresiva en las especies de las Familias Monodontidae y Phocoenidae.

El cráneo delgado con el rostrum largo y delgado son características primitivas que sin excepción (Figura 21 y 24) presentan una tendencia evolutiva hacia las especies derivadas que presentan un cráneo ancho con un rostrum corto y delgado.

El cranium esbelto en especímenes primitivos y puede ser diferenciado auxiliándose de la morfometría de la caja cerebral, donde las especies primitivas lo presentan más largo, que las especies derivadas. Estas últimas tienen la

tendencia a presentar un cranium bulboso, donde la caja cerebral presenta el mismo ancho que el largo he incluso el alto.

Las narinas que son iguales en tamaño esta definido como una característica primitiva que presenta una tendencia hacia narinas de diferente tamaño ó desiguales en la misma especie.

La simetría del cráneo es una característica que sin lugar a dudas presenta una tendencia lineal, donde los especímenes más derivados presentan un mayor ángulo de asimetría (Barnes *et al.*, 1985a, Heyning, 1989).

El género *Pithanodelphis*, presenta como característica distintiva asimetría craneal hacia la derecha (Barnes, 1985e), siendo este género el único en presenta esta característica; probablemente la asimetría craneal hacia la derecha puede ser una característica evolutiva no funcional para el ambiente marino, por lo que estas especies se extinguieron al tener una fuerte competencia de las especies que siguieron una línea evolutiva de la asimetría craneal hacia la izquierda, los cuales estaban mejor adaptados a los requerimientos de un ambiente marino (Barnes, comunicación personal).

El proceso posterior del hueso esquamoso se encuentra en contacto con el proceso zigomático en las especies derivadas de odontocetos Delphinidae, por lo que este dato fue tomado a la inversa. Esta característica presenta una tendencia lineal en la mayoría de las familias de odontocetos Delphinidae, en las especies más derivadas de la familia Phocoenidae presenta una regresión evolutiva.

La región anterior craneal no deprimida es una característica derivada de los odontocetos Delphinidae. La mayoría de las familias de odontocetos Delphinoidea

presentan una tendencia evolutiva lineal de deprimida a no deprimida; las familias Monodontidae y Phocoenidae presentan una regresión evolutiva o talves, una característica primitiva que se preservó, donde las especies más derivadas de estas familias presentan una depresión en la región anterior del cráneo.

Una arista maxilar elevada detrás de los nasales al igual que el vertex no elevado son características primitivas que se presentan en las familias de odontocetos Delphinoidea. La tendencia evolutiva que presentan estas características es lineal, donde las especies tienden a perder las aristas maxilares elevadas al igual que el vertex, como en las familias Monodontidae y Phocoenidae.

Las protuberancias frente a la narina es una característica derivada que identifica a la familia Phocoenidae, aunque también la presenta *Albireo wistleri*, que es una especie del Mioceno tardío de Isla Cedros (Barnes, 1984). La tendencia evolutiva que presenta esta característica, no pudo ser estudiada en otras familias de odontocetos Delphinoidea, pues como se mencionó anteriormente es una característica distintiva de la familia Phocoenidae. Dentro de esta familia la especie más primitiva *Piscolithax tedfordi*, presenta esta característica muy desarrollada pues las protuberancias son muy bulbosas (Barnes, 1993e, h y o); lo que se contrapone con la especie aún no descrita de esta familia, que presenta esta característica muy poco desarrollada. Ambas especies fueron colectadas en Isla Cedros, en la Formación Almejas Inferior, por lo que ésta característica es un tema muy interesante de revisar. Las especies actuales de la familia Phocoenidae presentan esta característica poco

desarrollada, por lo que ésta característica pudiera tener una tendencia evolutiva a disminuir de tamaño.

El hueso frontal no mostrado detrás de la maxila es una característica que presenta una tendencia evolutiva lineal, donde las especies más derivadas tienen la tendencia de mostrar el hueso frontal detrás de las maxilas. Esta característica puede tener implicaciones paedomórficas, pues en los especímenes juveniles de la familia Delphinidae el hueso frontal se muestra claramente.

El sinu pterigoideo corto y delgado son características que presentan una tendencia evolutiva lineal, donde las especies más derivadas de odontocetos Delphinoidea presentan los sinus pterigoides largos y anchos.

La narina interna delgada se presenta en las especies primitivas de odontocetos Delphinoidea y presenta una tendencia evolutiva lineal, donde las especies derivadas tienden a tener la narina interna del mismo tamaño que las narinas externas.

El lagrimal grande es una característica primitiva de los odontocetos Delphinoidea, que presenta una tendencia evolutiva lineal, donde las especies más derivadas presentan un lagrimal pequeño y poco apreciable.

Tomando en cuenta las tendencias antes mencionadas (Tabla XII) se propone la filogenia expuesta en la figura 27A, la cual es obtenida al evaluar únicamente las características del cráneo. Posiblemente algunas características del cráneo en la familia Delphinidae, pudieron haber sufrido una regresión ó simplemente no las presentaron, por lo que se sugiere la filogenia expuesta en la figura 27B.

Tabla XII. Caracterización del cráneo en las familias de Odontocetos

Delphinoidea.

Característica	Kentriodontidae	Delphinidae	Albireonidae	Monodontidae	Phocoenidae
Cráneo delgado	P	P	D	D	D
Rostrum largo	P	P	P	P	D
Rostrum delgado	P	P	P	D	D
Cranium esbelto	P	P	D	D	D
Simetría craneal	P	D	D	D	D
Arista maxilar elevada	P	P	P	P	D
Vertex no elevado	P	P	P	D	D
Sinu pterigoideo corto	P	D	D	D	D
Sinu pterigoideo delgado	P	P	D	D	D
Narina interna delgada	P	P	P	D	D
Lagrimal grande	P	P	D	P	D

P= Primitivo D= Derivado.

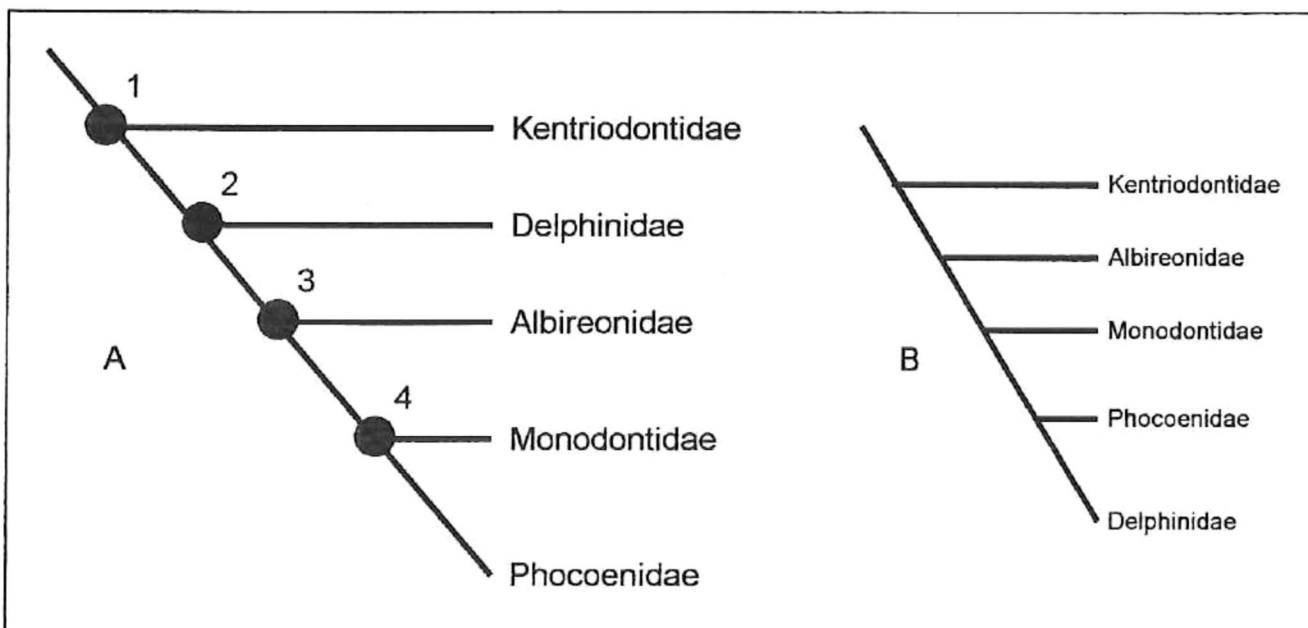


Figura 27. Filogenia de odontocetos Delphinoidea por las características morfológicas del cráneo: 1) asimetría craneal y sinu pterigoideo largo; 2) cráneo ancho, cranium bulboso y sinu pterigoideo ancho; 3) rostrum ancho, vertex elevado y narina interna ancha; y 4) rostrum pequeño, arista maxilar no elevada y lagrimal pequeño.

Esta filogenia presenta variaciones a lo obtenido por Barnes (1990), de Muizon (1988, 1991) y Fordyce (1994) pues ellos utilizaron otras características del cráneo. Sin embargo el orden de las familias con representantes actuales (Figura 26A) concuerda con lo obtenido por Árnason y Gullberg (1996) y Hasegawa *et al.* (1997) quienes trabajan con secuencias de citocromo b; y el orden de las familias con representantes actuales en la filogenia alterna (Figura 26B) concuerda con lo reportado por Milinkovitch *et al.* (1993) y Milinkovitch (1995) quienes trabajan con secuencias de ADN mitocondrial de especies actuales, y con Heyning (1989, 1997) y Heyning y Mead (1990) quienes trabajan con datos morfológicos de anatomía facial.

6.4. Relación entre las características craneales y las características del hueso periótico de odontocetos Delphinoidea

Las características morfológicas del cráneo y del hueso periótico (Figura 13) en conjunto dan a cada especie un mayor número de características que les permiten agruparse, por lo que las asociaciones basadas en estas características tienen una mayor aparente acercamiento real.

Al estudiar ambas estructuras la interpretación concuerda con lo encontrado por Simonetta en 1963, al describir la relación que hay entre la morfología del oído medio y la kinesis craneal en tetrápodos.

Es importante el describir el oído y el sistema de sinus de aire, en la sistemática de Odontocetos; mencionar estas características, pueden ser suficientes para la justificación de nuevas familias y subfamilias de Odontocetos

Delphinoidea, concordando con lo expuesto por Fraser y Purves (1960), Fraser (1966), Gill (1871), True (1889), Miller (1923), Slijper (1936) y Simpson (1945)

Utilizando las características morfológicas del cráneo y del hueso periótico en el análisis multivariado los resultados obtenidos en los análisis por separado de cada uno de los análisis no concuerdan entre ellos y el único que presenta una concordancia con la sistemática es el análisis del cráneo.

El estudio morfométrico del cráneo y del hueso periótico (Figura 18) contribuye en el entendimiento de los cambios morfológicos de las especies de odontocetos Delphinoidea en paedomorfismo, dimorfismo sexual y no para filogenia o sistemática.

Las tendencias evolutivas que presentan cada una de las características del cráneo y del hueso periótico por separado fueron ya descritas en los capítulos anteriores, por lo que ya no se discuten en este punto. Lo que si es necesario describir son las aparentes relaciones que presentan las características del cráneo y del hueso periótico.

Para simplificar de alguna manera el entendimiento de este tema las características craneales y del hueso periótico pueden distinguirse en dos grupos: el primer grupo lo forman las características generales, las cuales presentan tendencias evolutivas lineales, y el segundo lo forman las características particulares, las cuales son características que presentan en algunas familias una tendencia evolutiva de regresión.

Las características generales primitivas y derivadas del cráneo se presentan en la tabla XIII. Y las características generales primitivas y derivadas del hueso

periótico se presentan en la tabla XIV.

Tabla XIII. Características generales del cráneo.

Primitiva	Derivada
Cráneo delgado	Cráneo ancho
Rostrum largo	Rostrum corto
Rostrum delgado	Rostrum ancho
Cranium esbelto	Cranium bulboso
Simetría del cráneo	Asimetría craneal
Arista maxilar elevada detrás de los nasales	Arista maxilar no elevada detrás de los nasales
Vertex no elevado	Vertex elevado
Sinu pterigoideo corto	Sinu pterigoideo largo
Sinu pterigoideo delgado	Sinu pterigoideo ancho
Narina interna delgada	Narina interna ancha
Lagrimal grande	Lagrimal pequeño

Tabla XIV. Características generales del hueso periótico.

Primitiva	Derivada
Periótico sinusoidal	Periótico globoso
Coclea pequeña	Coclea grande
Superficie cerebral plana	Superficie cerebral convexa
Proceso posterior grande	Proceso posterior pequeño
Proceso posterior punteado	Proceso posterior redondeado
Proceso posterior rugoso	Proceso posterior plano
Proceso anterior surcado	Proceso anterior no surcado
Proceso anterior plano	Proceso anterior con prominencia
Proceso anterior con dos puntas	Proceso anterior sencillo

En la mayoría de las especies estudiadas las características generales del cráneo coinciden con las características generales del hueso periótico. Es decir, una especie que presenta características primitivas craneales, también presenta características del hueso periótico primitivas. Por consiguiente, las características generales del cráneo posiblemente tengan alguna relación con las características

generales del hueso periótico.

La relación que existe entre las características generales de ambas estructuras óseas no puede ser determinada con el presente estudio. Por lo que sugiero se realice un estudio biogeográfico de las especies estudiadas en este trabajo tratando de correlacionar las características del hábitat (temperatura y densidad de la masa de agua) y alimentación (dieta alimenticia) con las características morfológicas generales del cráneo y del hueso periótico; posiblemente con base en esta correlación sea posible el establecer el porque de estas relaciones.

La única especie que se observó en este trabajo que no presenta una relación de todas las características craneales generales con todas las características generales del hueso periótico fue *Neophocaena phocaenoides*. Esta especie es la única de las especies actuales de la familia Phocoenidae que presenta características craneales generales derivadas y características generales del hueso periótico primitivas. Las características del cráneo generales derivadas y del hueso periótico que si se presentan en esta especie, son las relacionadas con el sinu pterigoideo y las características de la coclea. Por lo que posiblemente estas características presentan una relación muy estrecha.

6.5. Posible filogenia de odontocetos Delphinoidea utilizando las características morfológicas del cráneo y hueso periótico

El análisis cladístico produjo una posible relación filética al analizar tanto los datos del cráneo como los datos del hueso periótico (Tabla XV). Esta relación se

muestra en la figura 28A, posiblemente algunas características del cráneo en la familia Delphinidae, pudieron haber sufrido una regresión ó simplemente no las presentaron, por lo que se sugiere la filogenia expuesta en la figura 27B.

Tabla XV. Caracterización del cráneo y hueso periótico en conjunto en las familias de Odontocetos Delphinoidea.

Característica	Kentriodontidae	Delphinidae	Albireonidae	Monodontidae	Phocoenidae
Coclea pequeña	P	D	D	D	D
Coclea plana	P	D	P	D	D
Proceso anterior grande	P	P	P	P	D
Proceso anterior surcado	P	D	D	P	D
Proceso anterior plano	P	P	P	P	D
Proceso posterior grande	P	P	P	D	D
Proceso posterior punteado	P	D	P	D	D
Proceso posterior rugoso	P	P	P	D	D
Cráneo delgado	P	P	D	D	D
Rostrum largo	P	P	P	P	D
Rostrum delgado	P	P	P	D	D
Cranium esbelto	P	P	D	D	D
Simetría craneal	P	D	D	D	D
Arista maxilar elevada	P	P	P	P	D
Vertex no elevado	P	P	P	D	D
Sinu pterigoideo corto	P	D	D	D	D
Sinu pterigoideo delgado	P	P	D	D	D
Narina interna delgada	P	P	P	D	D
Lagrimal grande	P	P	D	P	D

P= Primitivo D= Derivado.

Esta filogenia presenta variaciones a lo obtenido por Barnes (1990), de Muizon (1988, 1991) y Fordyce (1994) pues ellos utilizaron otras características del cráneo y no utilizan las características del hueso periótico. Sin embargo el orden de las familias con representantes actuales (Figura 28A) concuerda con lo obtenido por Árnason y Gullberg (1996) y Hasegawa *et al.* (1997) quienes

trabajan con secuencias de citocromo b; y el orden de las familias con representantes actuales en la filogenia alterna (Figura 28B) concuerda con lo reportado por Milinkovitch *et al.* (1993) y Milinkovitch (1995) quienes trabajan con secuencias de ADN mitocondrial de especies actuales, y con Heyning (1989, 1997) y Heyning y Mead (1990) quienes trabajan con datos morfológicos de anatomía facial.

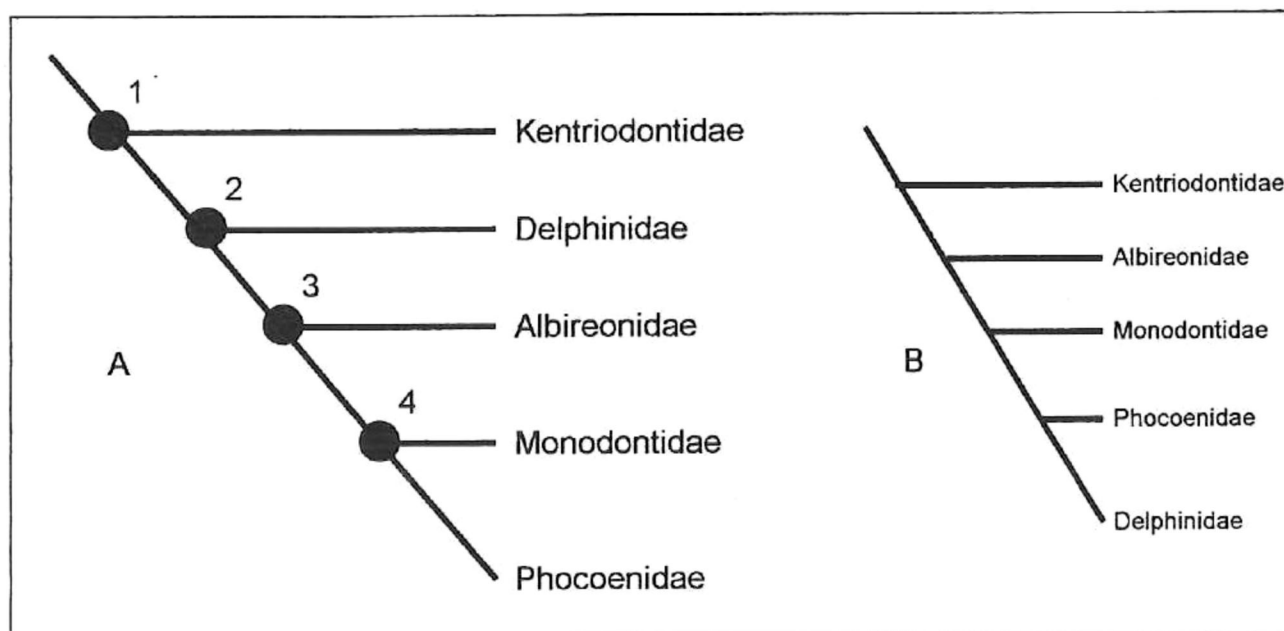


Figura 28. Filogenia de odontocetos Delphinoidea por las características morfológicas distintivas del cráneo y hueso periótico en conjunto: 1) coclea grande, asimetría craneal y sinu pterigoideo largo; 2) cráneo ancho, cranium bulboso y sinu pterigoideo ancho; 3) coclea convexa, proceso posterior redondeado, pequeño y plano, rostrum ancho, vertex elevado y narina interna ancha; y 4) proceso anterior pequeño, no surcado y con prominencia, rostrum pequeño, arista maxilar no elevada y lagrimal pequeño.

Kasuya (1973) menciona que los rasgos morfológicos del sistema timpánico-periótico en la familia Phocoenidae y en la familia Monodontidae, subfamilia Delphinapteridae están más relacionadas entre sí, que con otras familias de odontocetos Delphinoidea; lo que concuerda con las observaciones realizadas por Milinkovitch (2000) y por los resultados del presente estudio (Figura 26 y 27).

Las especies de la familia Kentriodontidae, al igual que los especímenes de la familia Delphinidae presentan un mayor número de características primitivas; mientras que los especímenes de la familia Phocoenidae y la familia Monodontidae presentan un mayor número de características derivadas.

De la superfamilia Delphinoidea se observaron la mayoría de las especies de las familias Kentriodontidae y Phocoenidae. La filogenia observada de la familia Kentriodontidae, no difiere de la filogenia descrita por Ichishima, *et al.* (1994).

En la filogenia observada de la familia Phocoenidae, se observan diferencias en relación con la filogenia descrita por Barnes (1985c). La mayor diferencia encontrada se encuentra en que el género *Neophocaena* probablemente sea el phocoenido más primitivo de las especies actuales, aunque el cráneo presenta características muy derivadas el hueso periótico presenta características muy primitivas; esto concuerda con lo reportado por Rosel *et al.* (1995). En el presente estudio se obtuvo que la especie de la familia Phocoenidae, *Phocoena sinus* se encuentra estrechamente relacionada con la especie *Phocoena phocoena*, lo que coincide con lo reportado por Barnes (1985c) y Torre-Cosío (1995); y se contrapone con lo reportado por Rosel *et al.* (1995).

6.6. Interpretación de la biogeografía de odontocetos Delphinoidea del Pacífico norte

La mayoría de las formaciones sedimentarias en las que se colectaron los especímenes fósiles de este estudio se encuentran en la costa de California, EE. UU. y Baja California, México, y presentan una continuidad temporal desde el Oligoceno hasta el Plioceno, por lo que las especies observadas representan una fauna fósil de cetáceos odontocetos en la costa oriental del Pacífico norte. La limitación del estudio a una provincia biogeográfica (corriente de California), hace los resultados exclusivos de dicha área y no pueden ser extrapolados a todos los océanos.

Cada formación muestra diferentes ambientes sedimentarios, por lo que complica la interpretación de las causas que dieron lugar a los cambios evolutivos y su seguimiento nos puede ayudar a inferir cómo las especies se especializaron para diferentes ambientes oceánicos a lo largo del tiempo geológico en la costa oriental del océano Pacífico norte.

Las agrupaciones morfológicas observadas en este trabajo pueden estar relacionadas con la ecología y paleoecología de las especies, pues la temperatura tiene un papel importante en la distribución de las especies de cetáceos (Davis, 1963). Además, las variaciones en la temperatura y nivel del mar (Figura 29) son eventos que pueden ser correlacionados con los procesos de modificación morfológica, adaptación, divergencia y radiación, así como ampliación o disminución de la distribución geográfica (Aranda-Manteca, 1999 y Fordyce, 1996).

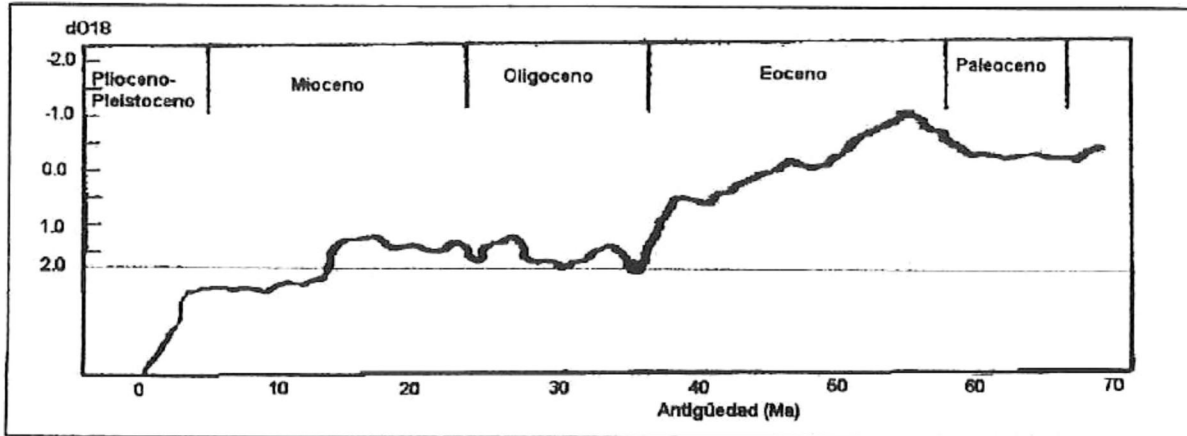


Figura 29. Razón de oxígeno 18 en el agua de mar a lo largo del tiempo geológico, el cual se correlaciona con la temperatura global (Miller *et al.*, 1987).

A través del tiempo geológico las variaciones en la temperatura global han modificado la distribución geográfica de las especies marinas, incluyendo a los cetáceos odontocetos, cuando la temperatura global aumenta las especies marinas de aguas tropicales aumentan su área de distribución geográfica y las especies marinas de aguas frías disminuyen su área de distribución geográfica, y cuando la temperatura global disminuye las especies marinas de aguas tropicales disminuyen su área de distribución geográfica y las especies marinas de aguas frías aumentan su área de distribución geográfica; en ambos casos se originan divergencias en las especies, ya sea adaptaciones para aguas templadas y frías o adaptaciones para aguas tropicales (Davis, 1963).

Cada diferente especie de cetáceo está adaptado para habitar en su medio ambiente, estas adaptaciones pueden estar dadas por el tipo de alimento que consuman, por el tipo de predador del que tiene que alejarse y para distinguir la topografía del sitio en que habitan (Berta *et al.*, 1999).

El sonido en el océano se dispersa a una velocidad diferente en cada tipo de agua, dada su densidad y temperatura. Característica que permiten una diferente dispersión del sonido en cada tipo o masa de agua, lo que hace suponer que cada especie este adaptada para habitar en cierto tipo o masa de agua

Las modificaciones de adaptación que han sufrido los odontocetos pueden ser observadas en mayor grado en los huesos craneales, los cuales han sufrido cambios importantes como la telescopización (Miller, 1923), para modificar el sonido emitido por el espécimen (ecolocalización) (Norris, 1968). Tanto la telescopización craneal como las adaptaciones para emitir sonido, son dos procesos muy importantes en la evolución de los odontocetos, además de ser procesos estrechamente relacionados.

Davis (1963) describe el factor antitropical en la especiación de cetáceos encontrando que los primeros cetáceos fueron animales de agua tibia y que la primer forma de agua fría aparece en la mitad del Terciario, como una respuesta a la expansión del ambiente de aguas frías. En este tiempo las aguas tibias del ecuador fueron reducidas importantemente, produciendo una dispersión bicariante con distribución antitropical. Las especies con un mayor número de características derivadas muestran una mayor adaptación a habitar en aguas frías, mientras que las especies con mayor número de características primitivas reflejan una mayor adaptación a habitar en aguas tibias. Esto hace difícil poder seguir una línea evolutiva de cualquier familia de odontocetos, pues para poder establecer su evolución, se deben de tener especímenes completos (cráneos) de diferentes Formaciones sedimentarias (Flores Trujillo, 1998).

El hueso periótico por su forma y consistencia es fácilmente preservable en los sedimentos aunque difícilmente se encuentra asociado a un cráneo, lo que dificulta aún más el establecimiento sistemático de las especies fósiles ya que los huesos perióticos aislados no permiten identificar a una nueva especie (Kasuya, 1973; Barnes, 1978a; Flores-Trujillo et al., 1999, 2000 y 2001). Aunque el hueso periótico presenta características morfológicas muy distintivas es necesario describir el cráneo para poder establecer una nueva especie y su relación sistemática.

La serie de huesos perióticos de Phocoenidos encontrados tanto en California, EE. UU. (A-J) como en Baja California, México, muestran una línea evolutiva que comienza con *Salumiphocaena stocktoni* y continua con el posible ancestro de *Phocoena phocoena* y *Phocoena sinus*. Por lo que el ancestro de *Phocoena sinus* posiblemente estaba en América del norte, lo que concuerda con lo reportado por Barnes (1985a), Torre-Cosío (1995) y el presente estudio (Figura 25) y se contrapone con lo propuesto por Rosel *et al.* (1995) y Norris y McFarland (1958).

Barnes (1991) describe una nueva especie de ancestro de las Belugas, encontrado en la Formación San Mateo (Mioceno Tardío) en el Condado de San Diego, California, EE. UU.. Encontrando que esta nueva especie está relativamente cercana con *Denebola brachycephala* y que con este descubrimiento se tienen evidencias considerables de la diversidad de los Delphinapteridos en latitudes bajas del océano Pacífico (Aranda-Manteca *et al.*, 1995). Para la formación Almejas superior en Isla Cedros se reportan dos

especies más de la familia Monodontidae, por lo que se tiene una mayor evidencia de la diversidad de este grupo en latitudes bajas durante el Mioceno tardío.

Barnes (1985) describe un delfín fósil del Mioceno tardío de California, género *Pithanodelphis*. Este delfín, por su abundancia en otras colecciones, muestra que es quizás el delfín fósil más abundante durante el Mioceno tardío; además de ser, junto con otra especie aún no descrita del mismo género, las únicas dos especies de la subfamilia Kentriodontidae con asimetría craneal a la derecha (Barnes, comunicación personal).

Ichishima *et al.* (1994) realizan una revisión sistemática y biogeográfica de la superfamilia Kentriodontidae, encontrando que los delfines fósiles de esta superfamilia, son conocidos en rocas sedimentarias del Oligoceno tardío hasta el Mioceno temprano en Nueva Zelanda y Patagonia, y rocas sedimentarias del Mioceno medio en Maryland, Virginia, California, Japón. Aunque en 1992 ellos mencionan que en Europa también durante el Mioceno Medio se han encontrado fósiles de esta superfamilia. Añadiendo a estos registros, se encuentran los especímenes encontrados en la formación Rosarito Beach, Miembro los Indios, Baja California, México donde se han encontrado fósiles de dos especímenes relacionados con esta superfamilia (Flores-Trujillo *et al.*, 2000). Los fósiles que se reportan en esta área tienen ligeras características más derivadas que los reportados en las localidades de California, una de estas especies es *Liolithax kemensis* por lo que esta especie fósil es la que tiene la mayor área geográfica reportada.

Whitmore (1994) estudia la fauna fósil de cetáceos en la costa Este de EE. UU. en un intervalo de tiempo de 17 a 4.5 millones de años, encontrando que los cambios faunísticos pueden ser correlacionados con eventos físicos en el océano Atlántico Norte. Gottfried *et al.* (1994) describe la fauna fósil de cetáceos encontrada en el Grupo Chesapeake (Oligoceno a Pleistoceno). Encontrando la ausencia de esqualodontidos y la reducción en diversidad de cetáceos después de la formación Calvert, posiblemente debidos a cambios ambientales en el océano Atlántico Norte. Morgan (1994) describe las faunas fósiles de la formación Bone Valley del centro de Florida, conteniendo mamíferos marinos, encontrando que el Mioceno tardío fue un periodo transicional, durante el cual muchos de los taxa se extinguieron; y que la fauna actual de mamíferos marinos probablemente apareció durante el Pleistoceno, aunque no está definida en Florida.

Al analizar la fauna fósil de odontocetos en el Océano Pacífico se observan dos grandes eventos oceanográficos y por consiguiente climáticos. Durante el Mioceno medio la temperatura del océano fue mayor en comparación a la actual (Aranda-Manteca, 2000), por lo que posiblemente la isoterma de 20° C se encontraba en latitudes altas, permitiendo una mayor distribución de las especies de odontocetos de aguas tropicales. Al descender la temperatura del océano durante el Mioceno tardío Plioceno temprano, la isoterma de 20° C se desplazó a latitudes bajas, permitiendo una mayor distribución de las especies de odontocetos de aguas frías. En ambos procesos algunas especies se quedaron atrapadas en diferentes nichos y de esta manera posiblemente se diversificaron.

7. CONCLUSIONES

Al analizar los resultados de los análisis multivariados y cladísticos de los datos morfológicos y morfométricos tanto del cráneo como del hueso periótico de odontocetos Delphinoidea fósiles y actuales se llegó a las siguientes conclusiones:

- Morfológicamente en odontocetos Delphinoidea el hueso periótico tiene características distintivas de cada especie, no importando el paedomorfismo, diferencia sexual ni la asimetría craneal.
- Basándose en las características morfológicas utilizadas en este estudio es posible diferenciar entre especies de odontocetos Delphinoidea con el hueso periótico.
- Las características morfológicas del hueso periótico aislado no son de utilidad para la interpretación filética.
- Morfométricamente en odontocetos Delphinoidea el hueso periótico izquierdo y el derecho de un mismo espécimen no varía.
- El paedomorfismo puede ser observado con la morfometría en el hueso periótico pues los especímenes juveniles presentan el meato acústico interno más corto (en las especies de las familias Monodontidae y Phocoenidae) y el acueducto coclear más pequeño (en especies de la familia Delphinidae y Kentriodontidae); y el dimorfismo sexual.
- La morfometría del cráneo en odontocetos no ayuda a definir los intervalos de variación que presentan los huesos del cráneo en especies de odontocetos, pudiendo sólo distinguir variaciones sexuales y variaciones paedomórficas.

- Las características morfológicas del cráneo empleadas en este trabajo no varían entre organismos de la misma especie y mismo estado de desarrollo.
- Al analizar la fauna fósil de odontocetos en el Océano Pacífico se observan dos grandes eventos oceanográficos y por consiguiente climáticos. Durante el Mioceno medio se observa una mayor diversidad de especies de la familia Kentriodontidae en depósitos sedimentarios de Baja California y California (latitudes bajas a media) y un proceso de diversificación durante el Mioceno tardío, con el desarrollo de las familias Albireonidae, Monodontidae, Phocoenidae y Delphinidae.
- Se reconoce a la familia Kentriodontidae del grupo de odontocetos Delphinoidea como la familia con mayor número de características primitiva y a la familia Phocoenidae como la familia con mayor número de características derivada. Aunque la familia Delphinidae presenta características primitivas que pudieron conservarse y/o evolucionar, proceso de cambio morfológico regresivo.

8. REFERENCIAS

- Adachi, J., y M. Hasegawa. 1995. Phylogeny of whales: dependence of the inference on species sampling. *Molecular Biology and Evolution* 12(1):177-179.
- Aranda-Manteca, Francisco J., y L.G. Barnes. 1993. Nuevos especímenes de la beluga fósil, *Denebola* Barnes, 1984 (Cetacea, Monodontidae), de Isla de Cedros, México. *Memorias, Segunda Reunión Internacional sobre Geología de la Península de Baja California*, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México, 19-23 Abril 1993.
- Aranda-Manteca, Francisco J. 1994. Vertebrados marinos fósiles del Mioceno, Mesa La Misión, Baja California, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas (UABC). Ensenada, Baja California, México. 204 pp.
- Aranda-Manteca, Francisco J., y L.G. Barnes. 1995d. Los mamíferos marinos de edad Mioceno Tardío en la Formación Almejas en Isla de Cedros, Baja California, México. Programa y Resúmenes, XX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, Sociedad Mexicana para el Estudio de los Mamíferos Marinos, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur, México, 18-22 Abril 1995, p. 26.
- Aranda-Manteca, Francisco J. 2000. Observations on the evolution of herbivorous marine mammals. Abstracts of papers, Sixtieth annual meeting society of vertebrate paleontology, México D.F., México, Octubre 25-28. *Journal of vertebrate paleontology*. Vol. 20, 3:27.
- Arnason, U., and A. Gullberg. 1993. Comparison between the complete mtDNA

- sequences of the blue and the fin whale, two species that can hybridize in nature. *Journal of Molecular Evolution* 37:312-322.
- Arnason, U., y A. Gullberg. 1996. Cytochrome b nucleotide sequences and the identification of five primary lineages of extant cetaceans. *Mol. Biol. Evol.* 13:407-417.
 - Barnes, L.G. 1973b. *Praekogia cedrosensis*, a new genus and species of fossil pygmy sperm whale from Isla Cedros, Baja California, Mexico. *Contributions in Science, Natural History Museum Los Angeles County*, 247:1-20 [Spanish summary].
 - Barnes, L. G. 1977. Outline of eastern North Pacific fossil cetacean assemblages. *Systematic Zoology* 25:321-343.
 - Barnes, L.G. 1978a. A review of *Lophocetus* and *Liolithax* and their relationships to the delphinoid family Kentriodontidae (Cetacea: Odontoceti). *Natural History Museum of Los Angeles County Science Bulletin*, 28:1-35.
 - Barnes, L.G. 1984f. Fossil odontocetes (Mammalia: Cetacea) from the Almejas Formation, Isla Cedros, Mexico. *PaleoBios, Museum of Paleontology, University of California*, 42:1-46.
 - Barnes, L.G. 1984g. Whales, dolphins and porpoises: Origin and evolution of the Cetacea, p. 139-154, *In*, *Mammals. Notes for a short course organized by P.D. Gingerich and C.E. Badgley; T.W. Broadhead, ed. University of Tennessee, Department of Geological Sciences, Studies in Geology* 8:i-iv, 1-234.
 - Barnes, L.G., y Edward D. Mitchell. 1984i. *Kentriodon obscurus* (Kellogg,

- 1931), a fossil dolphin (Mammalia: Kentriodontidae) from the Miocene Sharktooth Hill Bonebed in California. Contributions in Science, Natural History Museum Los Angeles County, 353:1-23.
- Barnes, L.G., Daryl P. Domning, y Clayton E. Ray. 1985a. Status of studies on fossil marine mammals. Marine Mammal Science, 1(1):15-53.
 - Barnes, L.G. 1985c. Evolution, taxonomy and antitropical distributions of the porpoises (Phocoenidae, Mammalia). Marine Mammal Science, 1(2):149-165.
 - Barnes, L.G. 1985d. Fossil pontoporiid dolphins (Mammalia: Cetacea) from the Pacific coast of North American Contributions in Science, Natural History Museum Los Angeles County, 363:1-34.
 - Barnes, L.G. 1985e. The Late Miocene dolphin *Pithanodelphis* Abel, 1905 (Cetacea: Kentriodontidae) from California. Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County, 367:1-27.
 - Barnes, L.G. 1985f. Fossil evidence for interrelationships among platanistoid cetaceans. Abstracts, Sixth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Society for Marine Mammalogy, Vancouver, Canada, Noviembre, 1985.
 - Barnes, L.G. 1988b. Miocene and Pliocene albireonid dolphins (Cetacea: Odontoceti) from the eastern North Pacific Ocean. Abstracts (No. 124), Southern California Academy of Sciences, Annual Meeting, California State University, Northridge, 6-7 Mayo, 1988.
 - Barnes, L.G. 1988c. A Late Miocene dolphin, *Pithanodelphis nasalis*, from Orange County, California, p. 7-21. In H.C. Koerper, ed., The Natural and

Social Sciences of Orange County, Memoirs of Natural History Foundation of Orange County, vol. 2, Huntington Beach, California.

- Barnes, L.G. 1988e. Late Tertiary albireonid dolphins (Cetacea: Odontoceti) from the North Pacific Ocean. *Journal of Vertebrate Paleontology* 8 (suppl. to no. 3, abstracts):8A.
- Barnes, L.G. 1990i. The fossil record and evolutionary relationships of the genus *Tursiops*, Chapter 1, p. 3-26, In S. Leatherwood and R.R. Reeves, eds., *The bottlenose dolphin*, Academic Press, Inc., xviii + 653 p.
- Barnes, L.G., y Thomas A. Deméré. 1991m. A new beluga-like monodontid (Mammalia: Cetacea) from the Upper Miocene San Mateo Formation, Oceanside, California. *Journal of Vertebrate Paleontology* 11 (supplement to no. 3, abstracts):15A.
- Barnes, L.G. 1993e. Nueva información sobre el marsopa fósil primitiva, *Piscolithax tedfordi* (Cetacea; Phocoenidae), de Isla de Cedros, México. *Memorias, Segunda Reunión Internacional sobre Geología de la Península de Baja California*, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México, 19-23 Abril 1993.
- Barnes, L.G. 1993h. Nueva información sobre el esqueleto de la marsopa fósil primitiva, *Piscolithax tedfordi* (Cetacea; Odontoceti; Phocoenidae), de Isla de Cedros, México. *Resúmenes, XVIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos*, Sociedad Mexicana para el Estudio de los Mamíferos Marinos, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur, México, 4-7 Mayo 1993, p. 2.

- Barnes, L.G. 1993o. Implications for phocoenid evolution and phyletic relationships as suggested by the primitive Late Miocene fossil porpoise, *Piscolithax tedfordi*, from Isla de Cedros, México. Abstracts, Tenth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Galveston, Texas, 11-15 Noviembre 1993:25.
- Barnes, L.G. 1997g. Evolution and adaptation of marine mammals in the Pacific rim. *Journal of Fossil Research*, 30(2):48-54.
- Barnes, L.G. 1997h. The fossil marine mammals of Mexico. Seventh International Theriological Congress, Abstracts of Oral and Poster Papers, Acapulco, México, Septiembre 6-11, 1997, p. 39-40.
- Barnes, L.G. 1998i. The sequence of fossil marine mammal assemblages in México, p. 26-79. *In* O. Carranza-Castañeda and D.A. Córdoba-Méndez, eds., *Avances en Investigación. Paleontología de Vertebrados. Publicación Especial 1*, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo, México.
- Barnes, L.G., Michael Berkoff, Daryl P. Domning, Stephen K. Jarvis, Marian L. Kearin, Samuel A. McLeod, Edward D. Mitchell, Rodney E. Raschke, J.D. Stewart, Camm C. Swift, y Howell W. Thomas. 1999g. The Middle Miocene Sharktooth Hill Local Fauna and paleoecology of the Sharktooth Hill Bonebed, Kern County, California. *PaleoBios*, Museum of Paleontology, University of California, Berkeley (1999 California Paleontology Conference Abstracts, California Institute of Technology, Pasadena, California, 7-9 May 1999), 19(supplement to 1):2.

- Barnes, L. G., y James L. Goedert. 2000. The world's oldest known odontocete (Mammalia, Cetacea). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 20(supplement to 3):28A.
- Bayless, Becky, Alan Brookman, Jason Hatakeyama, Carol L. Jarvis, and Louise A. Palermo. 1999. The Sharktooth Hill National Natural Landmark, conservation of a world-famous fossil deposit. *PeloBios*, Museum of Paleontology, University of California, Berkeley (1999 California Paleontology Conference Abstracts, California Institute of Technology, Pasadena, California, 7-9 May 1999). 19 (supplement 1):2-2.
- Berta, A. y Sumich, James L. 1999. *Marine Mammals*, Evolutionary Biology. Academic press. 494 pp.
- Brownell, R. L. 1975. *Phocoena dioptrica* Lahille, 1912. *Mammalian Species*, 66:1-3.
- Brownell, R. L. 1983. *Phocoena sinus* Norris y McFarland, 1958. *Mammalian Species*, 198:1-3.
- Carroll, R. L. 1988. *Vertebrate Paleontology and evolution*. W. H. Freeman and company. New York. 698 pp.
- Cranford, T. W., M. Amundin, y K. S. Norris. 1996. Functional morphology and homology in the odontocete nasal complex: implications for sound generation. *Journal of Morphology*, 228:223-285.
- Davies, J. L. 1963. The antitropical factor in cetacean speciation. *evolution* 17:107-116.
- Dawson, S. D., D. J. Bohaska, R. E. Fordyce, y H. Ichishima. 1996. The

- Kentriodontidae and the origin of the delphinoids. Abstracts of Papers, Sixth North American Paleontological Convention, Smithsonian Institution, Washington, D.C., June 9 - June 12, 1996, The Paleontological Society, Special Publication No. 8:99.
- Evans, P. G. H. 1987. The natural history of whales and dolphins. Christopher Helm, London. 343 p.
 - Evans, W. E. y Maderson P. F. A. 1973. Mechanisms of Sound Production in Delphinid Cetaceans: A Review and some Anatomical Considerations. *Amer. Zool.*, 13:1205-1213.
 - Flores, Victor J., y L.G. Barnes. 1991e. Colección de cetáceos del Plioceno de la Formación Tirabuzón, Santa Rosalía, Baja California Sur, México. Programa y Resúmenes, XVI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, Nuevo Vallarta, Nayarit, México, Abril 1991:6.
 - Flores-Trujillo, Juan G., Francisco Javier Aranda-Manteca, y L.G. Barnes. 2000. Identificación del delfín fósil del Mioceno Medio, *Liolithax kernensis* Kellogg 1931. Programa y Resúmenes, XXV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, Sociedad Mexicana de Mastozoología Marina, La Paz, Baja California Sur, México, 7-11 Mayo, 2000, p.4.
 - Flores-Trujillo, Juan Gabriel, Francisco Javier Aranda-Manteca, y L.G. Barnes. 1999. Variaciones morfológicas y comparación de perióticos fósiles de los odontocetos del Mioceno Tardío en Isla Cedros, Baja California, México. Programa y Resúmenes, XXIV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, Sociedad Mexicana para el Estudio de los Mamíferos

Marinos, Mazatlán, Sinaloa, México, 18 - 22 Abril 1999, p. 25.

- Flores-Trujillo, Juan Gabriel, Francisco Javier Aranda-Manteca, y L.G. Barnes. 2001. Morfología y morfometría del hueso periótico (oído interno) en *Phocoena sinus* (Cetacea: Phocoenidae). Programa y Resúmenes, XXVI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, Sociedad Mexicana de Mastozoología Marina, Ensenada, Baja California, México, 6-10 Mayo, 2001, p. 67.
- Fordyce, R. E. 1994. *Waipatia maerewhenua*, new genus and new species (Waipatiidae, new family), an archaic Late Oligocene dolphin (Cetacea: Odontoceti: Platanistoidea) from New Zealand. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* 29:147-176.
- Fordyce, R. E., y L. G. Barnes. 1994. The evolutionary history of whales and dolphins. Pages 419-455 in G. W. Wetherill (editor), 1994 Annual Review of Earth and Planetary Sciences, Volume 22, Annual Reviews, Inc., Palo Alto, California.
- Fordyce, R. Ewan, L.G. Barnes, y Nobuyuki Miyazaki. 1995n. General aspects of the evolutionary history of whales and dolphins. *The Island Arc* [Thematic Issue: Evolution and Biogeography of Fossil Marine Vertebrates in the Pacific Realm, Proceedings of the 29th International Geological Congress, Kyoto, Japan, edited by L.G. Barnes, Y. Hasegawa, and N. Inuzuka], 3(4):373-391 [for 1994].
- Fraser, F. C., y P. E. Purves. 1960. Hearing in cetaceans: evolution of the accessory air sacs and the structure of the outer and middle ear in Recent

- cetaceans. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology*, 7:1-140.
- Fraser, F.C. 1966. *Whales, Dolphins and Porpoises*. Edited by Kenneth S. Norris. University of California press. Berkeley and Los Angeles. Capitulo 2, pp 7-31.
 - Gaskin, D. E., P. W., Arnold y B. A. Blair. 1974. *Phocoena phocoena* (Linnaeus, 1758). *Mammalian Species*, 66:1-3.
 - Geisler, J. H. And Luo, Z. 1998. Relationships of Cetacea to terrestrial Ungulates and the Evolution of Cranial Vasculature in Cete. *The Emergence of Whales*, edited by Thewissen. Plenum Press, New York. 163-212 p.
 - Gingerich P. D., N. A. Wells, D. E. Russell y S. M. Ibrahim Shah. 1983). *Origin of Whales in Epicontinental Remnant Seas: Next Evidence from the Early Eocene of Pakistan*. *Science*, 220(4595): 403-406.
 - Goedert, J. L., y L. G. Barnes. 1996. The earliest known odontocete; a cetacean with agorophiid affinities from latest Eocene to earliest Oligocene rocks in Washington State. *Abstracts of Papers, Sixth North American Paleontological Convention, Smithsonian Institution, Washington, D.C., Junio 9 - Junio 12, 1996, The Paleontological Society, Special Publication No. 8:148.*
 - Gottfried, M. D., D. J. Bohaska, y F. C. Whitmore, Jr. 1994. *Miocene cetaceans of the Chesapeake Group*. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* 29:229-238.
 - Harrison, R. 1988). *Whales, Dolphins and Porpoises. Facts on File Publications*. New York. 235 pp.
 - Hasegawa, M., J. Adachi y M. c. Milinkovitch. 1997) *Novel Phylogeny of whales*

- supported by total evidence. *J. Mol. Evol.* 44(suppl. 1):S117-S120.
- Hemilä, S., Nummela, S., y Reuter, T. 1999. A model of the odontocete middle ear. *Hearing Research.* 133:82-97.
 - Heyning, J. E. 1989. Comparative facial anatomy of beaked whales (Ziphiidae) and a systematic revision among the families of extant Odontoceti. *Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County* 405:1-64.
 - Heyning, J. E., y J. G. Mead. 1990. Evolution of the nasal anatomy of cetaceans. Pages 67-79 in J. Thomas and R. Kastelein (editors), *Sensory abilities of cetaceans.* Plenum, New York.
 - Heyning, J. E. and Perrin, W. F. 1994. Evidence for Two Species of Common Dolphins (Genus *Delphinus*) from the Eastern North Pacific. *Contributions in Science.* 442:35 pp.
 - Heyning, J. E., y J. G. Mead. 1996. Suction feeding in beaked whales: morphological and observational evidence. *Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County* 464:1-12.
 - Heyning, J. E. 1997. Sperm Whale Phylogeny Revisited: Analysis of the Morphological Evidence. *Marine Mammal Science.* 13(4):596-613.
 - Hirota, K. y Barnes L. G. 1992a. A new species of Middle Miocene sperm whale of the genus *Scaldicetus* (Cetacea, Physeteridae) from Shiga-mura, Japan. *The Island Arc.* 3:453-472.
 - Hirota, Kyoharu, y L.G. Barnes. 1992b. A Middle Miocene sperm whale skeleton from Shiga-mura, Japan, and comments on occurrences of the genus

- Scaldicetus* (Cetacea, Physteridae). Abstracts, 29th International Geological Congress, Kyoto, Japan, Agosto, 1992, vol. 2, p. 352.
- Ichishima, Hiroto, L.G. Barnes, R. Ewan Fordyce, Masaichi Kimura, y David J. Bohaska. 1995q. A review of kentriodontine dolphins (Cetacea; Delphinoidea; Kentriodontidae): systematics and biogeography. The Island Arc [Thematic Issue: Evolution and Biogeography of Fossil Marine Vertebrates in the Pacific Realm, Proceedings of the 29th International Geological Congress, Kyoto, Japan, edited by L.G. Barnes, Y. Hasegawa, and N. Inuzuka], 3(4):486-492 [for 1994].
 - Jefferson, T. A., S. Leatherwood, y M. A. Webber. 1993. Marine mammals of the world. FAO species identification guide. Rome, FAO, 320 pp.
 - Kasuya, T. 1973. Systematic consideration of recent toothed whales based on the morphology of tympano-periotic bone. Scientific Reports of the Whales Research Institute, Tokyo 25:1-103.
 - Kellogg, A. R. 1924. A fossil porpoise from the Calvert Formation of Maryland. Proceedings of the United States National Museum, 63(14):1-39, pls. 1-18.
 - Kellogg, A. R. 1925a. Additions to the Tertiary history of pelagic mammals on the Pacific coast of North America. II. Fossil cetotheres from California. Carnegie Institution of Washington Publication 348:35-56.
 - Kellogg, A. R. 1925b. Additions to the Tertiary history of the pelagic mammals on the Pacific coast of North America. IV. New pinnipeds from the Miocene diatomaceous earth near Lompoc, California. Carnegie Institution of Washington Publication 348:71-96.

- Kellogg, A. R. 1926. Supplementary observations on the skull of the fossil porpoise *Zarhachis flagellator* Cope. Proceedings of the United States National Museum, 67(28):1-18, pls. 1-5.
- Kellogg, A. R. 1927. *Kentriodon pernix*, a Miocene porpoise from Maryland. Proceedings of the United States National Museum 69(19):1-55.
- Kellogg, A. R. 1928. History of whales - their adaptation to life in the water. Quarterly Review of Biology 3:29-76, 174-208.
- Kellogg, A. R. 1931. Pelagic mammals from the Temblor Formation of the Kern River region, California. Proceedings of the California Academy of Sciences, Ser. 4, 19(12):217-397.
- Kellogg, A. R. 1936. A review of the Archaeoceti. Carnegie Institution of Washington Publication 482:1-366.
- Kellogg, A. R. 1944. Fossil cetaceans from the Florida Tertiary. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College, 94(9):433-471, pls. 1-6.
- Kellogg, A. R. 1959. Description of the skull of *Pomatodelphis inaequalis* Allen. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College, 121(1):1-26, pls. 1-6.
- Kellogg, A. R. 1966. Fossil marine mammals from the Miocene Calvert Formation of Maryland and Virginia. 3. New species of extinct Miocene Sirenia. U.S. National Museum Bulletin 247(3):65-98.
- Lint, D. W., J. W. Clayton, W. R. Lillie, y L. Postma. 1990. Evolution and systematics of the beluga whale, *Delphinapterus leucas*, and other odontocetes: a molecular approach. Canadian Bulletin of Fisheries and

Aquatic Sciences 224:7-22.

- Luo, Z., y E. R. Eastman. 1995. Petrosal and inner ear of a squalodontoid whale: implications for evolution of hearing in odontocetes. *Journal of Vertebrate Paleontology* 15(2):431-442.
- Luo, Z. 1998. Homology and Transformation of Cetacean Ectotympanic Structures. *The Emergence of Whales*, edited by Thewissen. Plenum Press, New York. 269-301 p.
- Luo, Z. y Gingerich, P. D. 1999. Terrestrial Mesonychia to Aquatic Cetacea: Transformation of the Basicranium and Evolution of Hearing in Whales. University of Michigan. *Papers on Paleontology*. 31:98 pp.
- Mchedlidze, G. A. 1984. General features of the paleobiological evolution of Cetacea [translation of 1976 title]. Amerind, New Delhi. 136 p.
- Mchedlidze, G. A. 1986. General Features of the Paleobiological Evolution of Cetacea. Russian Translation Series 23. A.A. Balkema. 204 pp.
- Mead, J. G. 1975a. Anatomy of the external nasal passages and facial complex in the Delphinidae (Mammalia: Cetacea). *Smithsonian Contributions to Zoology* 207:1-72.
- Milinkovitch, M. C., G. Ortí, y A. Meyer. 1993. Revised phylogeny of whales suggested by mitochondrial ribosomal DNA sequences. *Nature* 361:346-348.
- Milinkovitch, M. C. 1995. Molecular phylogeny of cetaceans prompts revision of morphological transformations. *Trends in Ecology and Evolution* 10(8):328-334.
- Milinkovitch, M. C., Ortí, G., y Meyer, A. 1995. Novel phylogeny of whales

- revisited but not revised. *Molecular Biology and Evolution* 12(3):518-520.
- Milinkovitch, M. C., Martine Bérubé y Per J. Palsboll. 1998. Cetaceans Are Highly Derived Artiodactyls. *Capítulo 4, The emergence of whales, Evolutionary Patterns in the origin of Cetacea*. Editado por J. G. M. Thewisse. Plenum Press, New York, 113-131.
 - Miller, G. S. 1923. The telescoping of the cetacean skull. *Smithsonian Miscellaneous Collections* 76(5):1-70.
 - Mitchell, E. D. 1966. Faunal succession of extinct North Pacific marine mammals. *Norsk Hvalfangst-Tidende*, 1966(3):47-60.
 - Miyazaki, Nobuyuki, R. Ewan Fordyce, y L.G. Barnes. 1992. Taxonomy and biogeography of Cetacea; the modern fauna as examples. Abstracts, 29th International Geological Congress, Kyoto, Japan, Agosto, 1992, vol. 2, p. 348.
 - Morgan, G. S. 1994. Miocene and Pliocene marine mammal faunas from the Bone Valley Formation of central Florida. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* 29:239-268.
 - Muizon, C. de. 1988b. Les relations phylogénétiques des Delphinida (Cetacea, Mammalia). *Annales de Paléontologie* 74(4):159-227.
 - Muizon, C. de. 1994. Are the squalodonts related to the platanistoids? *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* 29:135-146.
 - Norris, K. S. 1968. The evolution of acoustic mechanisms in odontocete cetaceans. Pages 297-324 in Drake, E. T. (editor), *Evolution and environment: a symposium presented on the occasion of the one hundredth anniversary of the foundation of the Peabody Museum of Natural History at Yale University*.

- Yale University Press, New Haven. 470 p.
- Norris, K. S., y G. W. Harvey. 1972. A theory for the function of the spermaceti organ of the sperm whale (*Physeter catodon* L.). Pages 397-417 in Symposium on animal orientation and navigation. NASA (NASA SP262).
 - Nummela, S.; Reuter, T.; Hemilä, S.; Holmberg, P.; And Paukku, P. 1999a. The anatomy of the killer whale middle ear (*Orcinus orca*). *Hearing Research*. 133:61-70.
 - Nummela, S.; Wägar, T.; Hemilä, S. And Reuter, T. 1999b. Scaling of the cetacean middle ear. *Hearing Research*. 133:71-81.
 - O'leary, M. A. and Geisler, J. H. 1999. The Position of Cetacea Within Mammalia: Phylogenetic Analysis of Morphological Data from Extinct and Extant Taxa. *Syst. Biol.*, 48(3):455-490.
 - Peérez-Cortés H., Silber, G. y Villa, B. 1996. Contribución al conocimiento de la alimentación de la vaquita, *Phocoena sinus*. INP. SEMARNAP. *Ciencia Pesquera* No. 13.
 - Perrin, W. 1975. Variation of spotted and spinner porpoise (Genus *Stenella*) in the eastern pacific and Hawaii. University of California Press. 206 pp.
 - Purves, P. E., y G. E. Pilleri. 1983. Echolocation in whales and dolphins. Academic Press, London. 261 p.
 - Rensberger, J. (1969). A new Iniid Cetacean from the Miocene of California. University of California Publications in Geological Sciences, 82:1-43.
 - Rice, D. W. 1998. Marine mammals of the world. Systematics and distribution. The Society for Marine Mammalogy, Special Publication No. 4, i-ix, 1-231 p.

- Rojas-Bracho, L. y Taylor, Barbara L. 1999. Risk factors affecting the vaquita (*Phocoena sinus*). *Marine mammal science*, 15(4):974-989.
- Rommel, S. 1990. *Osteology of the Bottlenose Dolphin*. Edited by Leatherwood, S. And Reeves, R. R. *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, Inc. 29-49.
- Simonetta, A. M. 1963. Cranial kinesis and the morphology of the Middle ear: two possibly related features. *Evolution*. 17:580-587.
- Simpson, G. G. 1945. The principles of classification and a classification of mammals. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 85:1-350.
- Taylor, M. A. 1994. Stone, bone, or blubber? Buoyancy control strategies in aquatic tetrapods. Pp. 151-161 in L. Maddock, Q. Bone, and J. M. V. Rayner (eds.), *Mechanics and physiology of animal swimming*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Torre-Cosío, J. 1995. Descripción del esqueleto, dimorfismo sexual y crecimiento alométrico en el cráneo de la vaquita, *Phocoena sinus* (Cetacea: Phocoenidae). Tesis de Maestría en Ciencias. ITESM, campus Guaymas. 183 pp.
- Van Valen, L. 1968. Monophyly or diphyly in the origin of whales. *Evolution* 22:37-41.
- Whitmore, F. C., Jr. 1994. Neogene climatic change and the emergence of the modern whale fauna of the North Atlantic Ocean. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* 29:223-227.
- Wilson, L. E. 1973. A Delphinid (Mammalia, Cetacea) from the Miocene of

Palos Verdes Hills, California. University of California Press. Berkeley and Los Angeles California. 34 pp.

- Wilson, A. C., H. Ochman, y E. M. Prager. 1987. Molecular time scale for evolution. *Trends in Genetics* 3(9):241-247.
- Wood, F. G., y W. E. Evans. 1980. Adaptiveness and ecology of echolocation in toothed whales. Pages 381-425 in R. G. Busnel and J. F. Fish (editors), *Animal sonar systems*. Plenum, New York. 1135 p.
- Yablokov, A. V. 1965. Convergence or parallelism in the evolution of cetaceans. *International Geology Review* 7:1461-1468.

ANEXO 1

Tabla A. Morfología de cráneos observados

Especie/Vareable.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	No. de colección.
Cetáceo primitivo 1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Cetáceo primitivo 2	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
<i>Adelodelphis whitmorei</i>	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	LACM205491
<i>Kogia breviceps</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	ITESM840125
<i>Squalodon herrabundus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	LACM2683,77-1
<i>Platanista gangetica</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	LACM16340
Kentriodontido 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	LACM146537
<i>Delphinodon dividum</i>	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	LACM117753
Kentriodontinae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	LACM4956
<i>Kentriodon pernix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	LACM131822
<i>Lipilithax kernensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	FCMM2386
Kentriodontinae 1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	FCMM2387
<i>Penttila porposea</i>	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	LACM123907
Kentriodontinae 5	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	LACM115320
Kentriodontinae 6	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	LACM128917
Kentriodontinae 7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	LACM131012
<i>Kentriodon raschkei</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	LACM123043
<i>Lamprolithax simulans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	LACM37858
Piathanodelphinae	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	LACM146529
<i>Piathanodelphis nasalis</i>	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	LACM30093
<i>Lophocetus reperiingi</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	LACM118751
<i>Albreo wistleri</i>	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	LACM14589
<i>Orchnus orca</i>	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	ITESM890416
<i>Denebola brachycephala 1</i>	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	FCMM1969
<i>Denebola brachycephala 2</i>	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	FCMM1963
<i>Tursiops truncatus</i>	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	FCMM2415
<i>Delphinus delphis J.</i>	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	FCMM2419
<i>Delphinus delphis H.</i>	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	FCMM2414
<i>Lagenorhynchus sp</i>	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	LACM29120
<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	LACM27077
<i>Lisodelphis borealis</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	LACM43472
Delphinido	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	LACM521447
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	LACM31338
<i>Piscolithax tedfordi</i>	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	LACM15972
<i>Piscolithax boreios</i>	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	LACM15975
<i>Phocoenoides dalli</i>	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	LACM43473
<i>Australophocaena dioptrica</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	LACM86042
<i>Phocoena splinipinnis</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	LACM145780
<i>Phocoena phocoena H.</i>	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	LACM72563
<i>Phocoena phocoena M.</i>	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	LACM72539
<i>Naophocaena phocaenoides</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	LACM86041
Phocoenido morfotipo 1.	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	FCMM0073
<i>Phocoena sinus H</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	FCMM2412
<i>Phocoena sinus M</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	FCMM2413
<i>Phocoena sinus M</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	ITESM910313-2
<i>Phocoena sinus H</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	ITESM900408
<i>Phocoena sinus H</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	ITESM930331
<i>Phocoena sinus M</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	ITESM850313-4-24
<i>Phocoena sinus M</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	ITESM850514-02-6
<i>Phocoena sinus M</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	ITESM860317
<i>Phocoena sinus H</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	ITESM850313-02-27
<i>Phocoena sinus H</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	ITESM910207
<i>Phocoena sinus H</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	ITESM92022
<i>Phocoena sinus</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	ITESM930403
<i>Phocoena sinus H</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	ITESM910313-1
<i>Inea geofrensis</i>	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	LACM19591

Tabla B. Morfometría de cráneos observados.

Especies Vireable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	No. de colección.
Cetáceo primitivo 1	474.1	313.4	105.2	58.6	40.9	24.1	30.9	349.4	349.4	135.2	144.9	135.2	39.5	169	69.9	94.6	70	95	36.6	76.5	36.8	42.8	67.8	40.6	44.1	12	53	33	3.5	0	1
Cetáceo primitivo 2	553.8	329.1	143.6	92.4	57.3	25	31.7	362	396.4	197.1	203.2	205.3	36.4	237.2	99	122.6	76.8	132.5	59	122.3	67.3	64.1	50	66	72.8	11.4	78.3	26	4.1	0	2
<i>Agelodolphis whitmorei</i>	498.9	314	88.9	72.5	48.2	41.4	35.3	244.8	347.8	166	205.5	166	19	210.5	53.4	167.1	88.5	104.1	48	104.1	75.3	61.8	0	103.2	51.8	12.6	45	30	5.3	0	LACM205491
<i>Kogia breviceps</i>	290	125	137	121	100	70	63	136	175	233	235	230	51.5	243	75	150	113	250	56	40	42	36	5	35	71	81	65	70	12	14	ITESM840125
<i>Squalodon herrabundus</i>	863.3	690.4	106.5	56.8	32.8	17.7	11.5	715.6	715.6	169.3	187.6	180.5	35.8	197.6	76	161.5	110.4	126.9	39	69.6	55.6	39.5	27	51	50.8	17.9	78.4	141.4	8.1	10	LACM2683.77-1
<i>Platanista gangetica</i>	365.5	251.1	62.6	20.1	9	4.8	11.4	286.3	315.6	107.9	115.2	112.3	18	151.1	38	41.3	76	73.2	69	99	52	29.1	0	11	20	20.3	45.9	68.3	2	5.6	LACM16340
Kentriodontido 1	516.8	352.3	101.9	69	43.9	32.8	23.3	387.9	331.7	150.8	161	160.4	39.8	185.9	83.6	134	96.9	94.8	63	92.9	44.1	36.9	24.5	38.1	58.9	30	30.4	34.8	3.7	0	LACM146537 770-38
<i>Delphinodon aivdum</i>	348.5	188.4	92.3	51	35.5	16.5	18	227.4	218.7	154.3	171.7	156.4	28	163	31.5	135.9	73.5	99	29	60	32.5	16.5	11.5	32.6	41	16.8	38	27.8	6.8	0	LACM117753
Kentriodontinae	349.1	208.2	66.2	41	21.6	16.8	17	245.5	254	122.2	132	115.5	35	144.8	58.5	112.1	52	85	36.3	64.9	27.9	23.7	10	33	36.4	22.8	46	40.4	2	0	LACM4956
<i>Kentriodon pemix</i>	317.6	192	63	42.6	27.3	12.9	18	221.5	221.5	116.4	132.3	111.3	21.3	170.7	52.3	103.4	57.5	74.3	33.9	61	20.7	15.5	11	26	37.4	17.8	29.5	32.3	2	0	LACM131822
<i>Liodithax kernensis</i>	340	210	71	45	32	14	17.58	237	237	140	160	136	25	170	52	100	50	85	38	64	30	28	24	26	54	28	25	40	2.4	0	FCMM2386
Kentriodontinae 1	362	217	72.5	46	31	23.4	18	253	267	129.8	140	126	23.8	155	57	93.42	47	78.8	34	85	31.48	32.7	19	25.2	36.7	27.8	47.4	58.7	2.6	0	FCMM2387
<i>Penttia porosea</i>	351.5	195.5	72.3	58.9	60.1	18.9	20.2	226.8	252.2	149	162.4	146.3	22.7	180.5	66	154.3	93.8	93.7	63.2	70.5	35.5	27	12.9	27.3	40	19.6	40	32.3	2	0	LACM123907
Kentriodontinae 5	602.1	445.6	134.3	75.6	48.2	32.6	23.8	503.9	507.2	204.4	213.2	207	40.8	235.9	94.1	142.2	77	114.6	64	126.3	56	50	41	47.2	54.8	41.2	70	118.6	10.5	0	LACM115320
Kentriodontinae 6	584	405.4	107.3	63	28.5	26.9	23	453.6	450.1	179.4	188.8	179.8	42.5	207	79.5	136.6	102.3	110	86.9	97.9	62.8	41.8	35	46.1	52.2	26	47.4	60.5	9	0	LACM128917
Kentriodontinae 7	487.8	341.6	89	47.8	26.5	15.6	12	370.8	359	150.8	154.1	148.5	39.6	179.1	77.1	123.4	95.6	97.9	61.8	87.1	49.4	34	24	35	40	34.5	42.8	54.9	2	0	LACM131012
<i>Kentriodon raschkei</i>	593.1	427.2	108	64.8	29	29	16.4	473.8	460	196.1	181.3	181.4	37.5	192.5	82.7	117.3	122.8	107.5	81.8	114	59.1	59.1	50	43	48.5	39.8	56.2	76.4	2	0	LACM123643
<i>Lamprolithax simulans</i>	437.8	304.1	78	31.7	15.7	16.5	13.9	337	334.2	121.3	13.9	120.8	32.8	143.3	67.2	106.3	75.7	75.7	35.1	53.4	41	30	8	28	42.4	18.3	38	36.3	3.2	0	LACM37858
Pitheodolphiinae	341.4	207.3	65	38.9	20	14.3	14.6	227.3	236.8	119	118.8	109.2	24.8	131.6	53	101.2	66.7	77	49.3	67.2	36.3	34	10	20.4	40.8	22.5	35.5	56.8	3	4.5	LACM146529
<i>Pitheodolphis nasalis</i>	344.5	220.3	77	49	25.5	15.8	18.1	227.5	246	117.4	148.3	126.2	30	172	63.7	86.6	61	93.4	65.5	51.9	27	27	14.4	38.9	28.7	12.1	33.7	45.6	8.4	5.5	LACM30093
<i>Lophocetus repanningi</i>	385.3	247	107.6	72.8	44.6	28.9	13.7	81	266.6	159.4	175.4	166.5	45.9	185.2	96.9	136.9	95.5	122.3	48.6	82.6	49	51	6	35.6	45.6	29.6	51.9	63.7	4.6	0	LACM118751
<i>Albireo wistleri</i>	495.3	254	114.6	94.1	58.9	39.6	13	321.4	323.2	184	205.5	190.5	59	225.9	118.5	181.4	133.7	134.7	67.8	116.7	48	41.2	0	19.9	68.4	40.6	73.5	73.1	3.6	8.7	LACM14589
<i>Orcinus orca</i>	647	330	225	220	175	115	140	403	394	360	340	340	89	360	140	121	180	270	169	175	100	90	25	93	98	64	185	120	20	37	ITESM890416
<i>Denebola brachycephala 1</i>	400	190	143	120	106	45	87	270	165	235	245	240	45	280	124	220	140	130	85	140	103.5	72	17	39	59	28	90	61	5	5.1	FCMM1969
<i>Denebola brachycephala 2</i>	410	250	155	132	99.2	44	80	270	287	242	262	252	44	280	108	191	118	132	78	102	71	58	15	40	55	25	104	40	5	5.1	FCMM1963
<i>Tursiops truncatus</i>	540	315	140.7	106.2	93	53.1	63.5	380	346	242	273	246	64	287	103	230	136.5	170	72	130	61	60	23	40	66	53	108	120	9	12	FCMM2415
<i>Delphino delphis J.</i>	245	127	49	35	38	13	15	150	149	84	101	92	29	102.3	46.2	98	86.2	88.3	33.5	44	26	7	9	35	38	12.5	40	49	4.1	6	FCMM2419
<i>Delphino delphis H.</i>	445	290	88.5	57	48.2	23.5	36	332	306	155	168	161	44.9	180	70.5	155	99.1	117	46	61	36.4	27	8	38	51.5	40.5	69	71	4.1	6	FCMM2414
<i>Lagenorhynchus sp</i>	412.1	201.3	97.4	76.4	69	45.4	51.9	245	250.7	165	170.9	171.1	54.2	191.5	88.6	166.5	117.7	144.6	72.3	91	55.1	31.9	8	34	54.5	35.5	68	46	8.7	14	LACM29120
<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	383.9	198.7	112	79	71.9	45.5	24	240	231	176.7	183.1	180.1	54.6	194.2	93.4	167.2	75.4	128	56.1	82.6	41	33.4	12	16.6	52	39	46.8	62.8	3.9	17.8	LACM27077
<i>Lisodelphis borealis</i>	449	253.1	120.5	81	60.5	33.4	23.9	299.3	295.6	182.8	191.6	183.4	56.4	196.7	80	174.1	98.8	145.1	44.2	77.8	41.6	22.3	9.8	20.8	51.1	47.3	87.3	77.1	2	9.4	LACM43472
Delphinido	499.1	286.3	112.2	86.2	65.5	38.9	25.7	355.4	334.1	195.9	215.7	191.8	48.9	233.6	100	186.1	116.5	117	49.2	88.7	39	28.6	28.2	36.7	62.4	39.2	72	29.2	6	6	LACM521447
<i>Giabicephalo macromynchus</i>	588.8	297	234.9	233	193.5	17.3	70.5	330	336.3	370.5	372.3	368.5	87.5	403.8	151.9	303	188.7	193	98.5	104.5	68.4	73	32	69.8	92.6	53.2	176.9	105.4	11.4	29	LACM31338
<i>Piscolithax tedfordi</i>	368.3	194.3	96	78.5	69	28	17.5	247.1	235.6	146.5	170.5	156.4	42	208.4	58.5	149.7	109.7	117	50	77	38	47.8	6	11.5	54	18	61.9	43.3	1.9	9.2	LACM15972
<i>Piscolithax borejos</i>	402.8	208.2	110.4	98	84.1	45.3	21.9	255.2	250.5	170.8	187.8	175.8	38	204	62.6	154	119	120.3	51.8	84.8	45.9	47.4	7	40.9	61.7	33	82	47.5	4.5	6.8	LACM15975
<i>Phocaenoides galli</i>	344.3	185.3	97.9	80.2	66.9	43.7	23.5	186.4	198	152.3	176	169.3	35.4	190.3	59	159.9	94	109	33.7	46.9	36.2	27.5	4.6	30.6	56	30.1	74.3	62.8	17.7	4.9	LACM43473
<i>Australophocaena diopitca</i>	281	115.9	94.6	60.9	52	26.2	38.11	150.9	159	137.8	153.6	147.6	32.8	173.6	43.6	137.7	88.1	116	37.4	51.3	33.17	29.2	7.6	20.18	52.1	21.4	66.18	44.2	6.8	8	LACM86042
<i>Phocaena spinipinnis</i>	293.6	134	80.1	64	57.3	26.9	14	168.3	164.3	119.3	134.7	126.5	28.9	165.5	4																

Tabla C. Morfología de lucos periódicos observados.

Especie/Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	No. de colección
Adelodelphis whitmore	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	LACM205491
Aulophyseter morriceiA	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	LACM28393
Aulophyseter morriceiB	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	LACM28394
Aulophyseter morriceiC	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	LACM28396
Aulophyseter morriceiD	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	LACM28397
Scapokogia sp.	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	ITESM840125
Kogia breviceps	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	LACM18340
Platanista gangetica	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	LACM41429
Eurhinodelphis	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	LACM101149
Liolithax pappus	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	LACM146537
Kentriodontido I	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	LACM131821
Kentriodon pennixA	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	LACM8060
Kentriodon pennixB	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	LACM28392
Liolithax kernensisA	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	LACM122230
Liolithax kernensisB	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	LACM4341
Liolithax kernensisC	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	LACM102421
Liolithax kernensisD	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	LACM80699
Liolithax kernensisE	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	LACM82173
Liolithax kernensisF	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	LACM82167
Liolithax kernensisG	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	LACM82171
Liolithax kernensisH	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	LACM4340
Liolithax kernensisI	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	LACM83083
Liolithax kernensisJ	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	FCMM2386
Liolithax kernensisK	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	FCMM2389
Kentriodontinae2	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	FCMM2390
Kentriodontinae3	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	LACM28391
Platylithax robusta	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	LACM28400
Grypolithax obscuraA	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	LACM28401
Grypolithax obscuraB	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	LACM28402
Grypolithax pavidusA	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	LACM28403
Grypolithax pavidusB	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	LACM28404
Loxolithax sinuosaA	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	LACM28405
Loxolithax sinuosaB	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	FCMM2381
Kentriodontinae4	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	LACM123043
Kentriodon raschkei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	LACM28367
Lamprolithax simulansA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	LACM28390
Lamprolithax simulansB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	LACM123804
Lamprolithax simulansC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	LACM28388
Lamprolithax annexensA	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	LACM28389
Lamprolithax annexensB	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	LACM30093
Pillanodelphis nasalis	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	LACM11589
Albireo wistleriA	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	FCMM2166
Albireo wistleriB	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	FCMM2167
Albireo wistleriC	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	FCMM1985
Albireo wistleriD	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	LACM21245
Denebola brachycephalaA	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	FCMM2163
Denebola brachycephalaB	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	FCMM1908
Denebola brachycephalaC	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	FCMM2165
Denebola morfotipo I	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	FCMM2168
Denebola morfotipo II	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	FCMM2415
Tursiops truncatus	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	FCMM2414
Adul. Delphino delphis A	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	FCMM2414
Cria Delphino delphis A	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	FCMM2419
Cria Delphino delphis B	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	FCMM2419
Lagenorhynchus	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	LACM143482
Lagenorhynchus obliquidensA	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	LACM27077
Lagenorhynchus obliquidensB	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	LACM43472
Lissodelphis borealis	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	LACM29118
Delphinido1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	LACM75900
Delphinido2	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	LACM16635
Delphinido3	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	LACM76639
Delphinido4	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	FCMM2416
Delphinido5	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	FCMM2417
Delphinido6	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	FCMM2418
Delphinido7	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	LACM131101
Tursiops	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	LACM31338
Globicephala macrohynchus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	LACM336
Phocoenidae	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	LACM112297
Phocoenidae1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	LACM23800
Phocoenidae2	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	LACM27295
Phocoenidae3	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	LACM42769
Phocoenidae4	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	LACM94772
Phocoenidae5	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	LACM119264
Phocoenidae6	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	LACM131021
Phocoenidae7	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	LACM143484
Phocoenidae8	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	LACM212446
Phocoenidae9	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	FCMM2410
Phocoenidae10	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	LACM15972
Piscolithax tedfordi A	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	LACM15977
Piscolithax tedfordi B	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	LACM15995
Piscolithax tedfordi C	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	FCMM2164
Piscolithax tedfordi D	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	FCMM2411
Piscolithax tedfordi E	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	LACM15975
Piscolithax tedfordi F	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	LACM15978
Piscolithax borealis A	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	LACM43473
Piscolithax borealis B	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	LACM43473
Phocoenoides dalli A	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	LACM34570
Phocoenoides dalli B	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	LACM80135
Salamusphocoena stocktoniA	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	FCMM2162
Salamusphocoena stocktoniB	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	FCMM1984
Piscolithax morfotipo I	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	LACM145780
Piscolithax morfotipo II	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	LACM145780
Phocoena spinipinnis A	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	LACM SN
Phocoena spinipinnis B	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	LACM SN
Phocoena spinipinnis C	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	LACM SN
Phocoena spinipinnis D	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	LACM SN
Phocoena spinipinnis E	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	LACM12563
Hem. Phocoena phocoena A	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	LACM72503
Hem. Phocoena phocoena B	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	LACM72539
Macho Phocoena phocoena A	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	LACM72539
Macho Phocoena phocoena B	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	LACM SN
Phocoena phocoena C	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	LACM86041
Neophocoena phocoenoides	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	FCMM0073
Phocoenido morfotipo I A	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	FCMM2156
Phocoenido morfotipo I B	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	FCMM2152
Phocoenido morfotipo II A	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	FCMM2153
Phocoenido morfotipo II B	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	FCMM2157
Phocoenido morfotipo II C	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	FCMM2154
Phocoenido morfotipo III A	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	FCMM2155
Phocoenido morfotipo III B	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	FCMM2158
Phocoenido morfotipo IV A	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	FCMM2159
Phocoenido morfotipo IV B	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	FCMM2160
Phocoenido morfotipo V A	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	FCMM2161
Phocoenido morfotipo V B	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	FCMM2151
Phocoenido morfotipo V C	1													

Tabla D. Morfometría de huesos periódicos observados.

Especie/Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Audiodelphis whitmorei	18.6	12.4	40.8	24.9	6.8	15.8	6.6	0	12	5.7	3.9	1.8	2.7	LACM205491
Aulophyseter moriceiA	19.6	15	36.1	19.8	11.1	14.3	10	1.8	6.8	5.8	4.7	2.4	3.3	LACM28393
Aulophyseter moriceiB	20	15.1	35.5	18.6	11.2	14.4	9.4	1.5	6.4	5.8	3.1	2.3	3.1	LACM28394
Aulophyseter moriceiC	22.4	14.4	43.4	21.4	12.5	18.2	12.2	1.3	9.5	7.8	3.2	1.8	3.1	LACM28396
Aulophyseter moriceiD	21.5	14.5	39.7	22.6	12.1	15.6	12.1	1.3	9.1	6.9	3.6	2.6	3.5	LACM28397
Scapokogia sp.	25.9	13.6	43.4	20.4	4.3	22.7	13.9	1.5	8.5	6.9	3.7	2.8	2.3	LACM143481
Korja breviceps	17.1	12.1	28.9	12.6	5.9	16	9	0.9	5.9	4.1	2.3	2.1	2.2	ITESM840125
Platanista gangetica	21.9	16.4	36.8	27.1	14.6	13.8	13.5	0.7	6.8	6.8	4.6	0.5	4	LACM16340
Eurhinodelphis	16.4	9.67	32.6	19.9	10.6	10.4	7.23	0.9	8.8	3.67	2.75	1.67	2.6	LACM41429
Liolithax pappus	15.2	11.2	30.8	19.2	7.62	10.3	9.1	2.33	10	2.96	2.37	0.61	3.04	LACM101149
Kentriodon l	15.9	10.3	26.1	16.7	8.8	10.4	8.4	1	5.3	5.3	3.45	1.6	2.3	LACM146537
Kentriodon pernixA	16.2	9.86	28.2	17	7.87	18.8	9.09	1.18	8.4	3.98	1.53	0.96	1.28	LACM131821
Kentriodon pernixB	16.2	9.86	28.2	17	7.87	18.8	9.09	1.18	8.4	3.98	1.53	0.96	1.28	LACM8060
Liolithax kernensisA	15.6	11.7	31.8	18.4	8.4	9.8	6.9	1.06	11	4.4	2.4	1.7	3.2	LACM28392
Liolithax kernensisB	15.9	11.6	32.4	19.6	8.3	11.1	8.9	0.9	7.2	4.9	2.2	1.7	2.5	LACM122230
Liolithax kernensisC	15	10	29.9	19.3	7.7	9.6	6.6	1.3	7.3	4	2.4	0.9	1	LACM4341
Liolithax kernensisD	15.7	11.9	31.4	18.6	8.5	12.5	8.4	0.7	12	4.5	1.8	0.9	2.4	LACM102421
Liolithax kernensisE	14.9	10.2	31.4	18.2	7.3	10.7	6.9	0.7	6.2	4.3	1.7	1.1	2.3	LACM80699
Liolithax kernensisF	14.2	10.5	31.3	17.7	8.8	9.8	7.7	1.5	9.8	4.7	2.4	1	3	LACM62173
Liolithax kernensisG	13.7	10.6	27.3	16	8.8	8.8	6.6	1.06	10	5.2	2.6	0.95	2.8	LACM82197
Liolithax kernensisH	13.7	10.6	27.3	16	8.8	8.8	6.6	1.06	10	5.2	2.6	0.95	2.8	LACM82171
Liolithax kernensisI	13.7	10.6	27.3	16	8.8	8.8	6.6	1.06	10	5.2	2.6	0.95	2.8	LACM4340
Liolithax kernensisJ	15.6	11.7	31.6	18.4	8.4	9.8	6.9	1.06	11	4.4	2.4	1.7	3.2	LACM83083
Liolithax kernensisK	15	10.9	30.8	17.5	7.7	11	6.6	0.9	6.7	4.4	1.7	1.6	2.5	LACM23086
Kentriodontinae2	17.1	11.2	32.6	19	7.26	12.8	8.6	1.4	11	4	2.16	1.58	2.94	FCMM2386
KentriodontinaeJ	15.7	10.4	25.6	14.8	5.46	8.66	7.4	1.78	7.4	4.72	2.56	1.38	2.56	FCMM2389
Platylithax robusta	16.4	9.42	27.5	14.7	4.92	12	8.6	1.4	9.1	4.3	2	1.78	2.52	FCMM2390
Grypolithax obscuraA	14.2	10.1	30.7	18.3	7.08	10.8	7.51	1.36	6.7	3.14	1.9	1.06	2.5	LACM28391
Grypolithax obscuraB	13.9	10	26.6	15.7	6.94	10.4	7.28	1.34	7.8	3.36	2.52	1.06	2.3	LACM28400
Grypolithax pavidA	13.6	8.87	26.2	16.1	7.02	7.94	7.61	1.01	6.1	2.96	1.25	0.93	2.48	LACM28401
Grypolithax pavidB	15.1	9.28	26.5	16	7.71	9.48	8.03	0.92	8.8	2.96	1.95	1.4	2.23	LACM28402
Loxolithax sinuosaA	15.1	9.9	28.7	15.9	6.33	12.2	8.8	1.03	9.7	3.5	2.2	0.98	2.3	LACM28403
Loxolithax sinuosaB	15	9.9	28.8	15.8	6.32	12	8.7	1.06	9.7	3.5	2.6	1.5	2.4	LACM28404
Kentriodontinae4	15.6	10.8	25.5	14.4	5	11.2	7.8	1.1	9.3	4.58	2.32	1.1	2.4	LACM28405
Kentriodon raschkei	19.3	10.2	40.8	17.2	6.6	21.2	8.4	0	11	4.9	2	0.8	2.4	FCMM2391
Lamprolithax simulansA	16.3	9.89	26.8	14.4	5.78	10.6	6.86	1.03	6.6	2.88	2.17	1.27	2.8	LACM123643
Lamprolithax simulansB	16.1	9.71	27.5	15.5	6.18	10.1	8.07	1.07	7.3	3.49	2.47	1.29	2.57	LACM28387
Lamprolithax simulansC	16.1	9.71	27.5	15.5	6.16	10.1	8.07	1.07	7.3	3.49	2.47	1.29	2.57	LACM28390
Lamprolithax arnoldensisA	14.5	10.4	27.4	17.6	6.4	8.31	6.05	0.91	7.8	3.36	2.77	1.17	3.35	LACM123604
Lamprolithax arnoldensisB	15.2	11	27.6	17.6	6.4	8.67	6.48	0.91	7.2	3.53	2.95	1.3	2.29	LACM28388
Pitmanodelphis nasalis	14.5	9.17	27.8	17.3	8.26	9.47	7.3	1.69	7.1	2.13	2.36	1.14	3.03	LACM28389
Albireo wistleriA	22	15.8	36.8	15.4	6.8	16.9	10.3	0.7	11	5.7	2.9	1.4	5.1	LACM30093
Albireo wistleriB	21.5	15	35.4	17	6.9	14.6	7.78	1	13	7.56	3.98	1.84	3.84	LACM11589
Albireo wistleriC	22.9	14.1	34.9	19	8.5	16.3	12.3	1	12	7.68	3.7	1.78	3.2	FCMM2166
Albireo wistleriD	20	13.8	31.9	18.4	6	12.8	8	2.3	12	6.1	2.9	1.38	3.18	FCMM2167
Denebola brachycephalaA	21.1	15.8	33.3	16.1	6.1	15	9.42	0.6	11	7.4	3.6	2.6	3.2	LACM21245
Denebola brachycephalaB	20.1	15	32.8	12.2	7.2	12.2	7.58	1.42	12	8.39	3.42	1.08	3.1	FCMM2163
Denebola brachycephalaC	20.7	15.5	32	18	6.88	12	8	1	12	8.84	3.4	1.38	2.85	FCMM1968
Denebola morfotipo I	21.8	15.4	35.6	16.1	6.9	15.1	8	1	11	8.74	3.54	1.78	2.6	FCMM2165
Denebola morfotipo II	21.2	15.5	33.7	17.4	7	12	8	1	9.4	7.26	3.62	1.3	3.56	LACM2168
Tursiops truncatus	18.4	13.3	34.8	16.3	6.68	15	13.9	0.73	12	8.1	2.54	1.88	2.4	FCMM2415
Adul. Delphino delphis A	16.1	11.9	28.4	15.3	6.28	11.2	10.4	1.18	11	6.35	1.6	1.64	2	FCMM2414
Adul. Delphino delphis B	16.1	11.9	28.4	15.3	6.28	11.2	10.4	1.18	11	6.35	1.6	1.64	2	FCMM2414
Cria Delphino delphis A	16.1	11.9	28.4	13.2	6.2	11.7	9.92	1	11	6.4	1.6	1.28	2	FCMM2419
Cria Delphino delphis B	16.1	11.9	28.4	13.2	6.2	11.7	9.92	1	11	6.4	1.6	1.28	2	FCMM2419
Lagenorhynchus	19.7	13.3	32.3	14.3	5.8	13.3	11.6	0.9	10	5.9	2.3	1.9	3.1	LACM143482
Lagenorhynchus obliquidensA	20	13.4	31.6	15.8	8.6	12.1	12.8	1.2	8.7	3.8	3.4	0.6	3.25	LACM27077
Lagenorhynchus obliquidensB	20	13.4	31.6	15.8	8.6	12.1	12.8	1.2	8.7	3.8	3.4	0.6	3.25	LACM27077
Lissodelphis borealis	20.6	12.8	31.1	16.1	9.1	16.3	13.9	1.01	11	4.6	2.1	0.7	2.8	LACM43472
Delphinido1	17.3	10.5	27.5	13.4	6	11.1	8.5	0.85	11	4.8	1.7	0.8	2.32	LACM29118
Delphinido2	17.4	11.3	26.5	12.1	5.4	11.7	10.2	0	11	5.5	2.6	1.7	2	LACM75900
Delphinido3	17.4	10.6	25.4	12.5	5.2	10.1	10.9	0	9.4	5.4	2.6	1.8	2	LACM76635
Delphinido4	17.4	13.9	27.5	14.8	5.3	10.8	9.8	0.7	8.9	5.1	2.1	0.7	2.75	LACM76636
Delphinido5	16.7	13.4	32	15.4	6.82	13.8	11.2	1	11	7	2.26	2.26	1.4	FCMM2416
Delphinido6	17.2	11	28.3	14.6	6.2	10.9	9.42	1	10	6.22	1.4	1.4	2	FCMM2417
Delphinido7	16.5	11.5	26.4	14.4	6.2	9.92	9.92	1.3	9.2	4.38	2	1.42	2	FCMM2418
Tursiops	19.1	13	32.3	17.3	6.5	12.5	10.7	1.5	13	7.2	2.3	1.6	3.3	LACM131101
Globicephala macrorhynchus	36.3	16.2	39.3	19.3	8.3	24.6	20.4	1.6	14	7.7	5.4	3.06	4.2	LACM31338
Phocoenidae	20.9	10.5	29.2	12.3	5.4	12.2	8.1	0	10	5.8	2.6	1	1.8	LACM33b
Phocoenidae1	20.9	10.5	29.2	12.3	5.4	12.2	8.1	0	10	5.8	2.6	1	1.8	LACMRH12297
Phocoenidae2	19.4	13.1	34.1	15.8	8.3	14.3	8.5	0	9	4.5	3	1.2	1.8	LACM23890
Phocoenidae3	16.4	11.7	28.7	13.5	5.6	11.4	9.35	0	8.2	4.5	2.2	1.2	3	LACM27295
Phocoenidae4	15.5	11.6	30	14.8	3.8	12.9	8.7	0	8.3	5.6	2	1.2	3	LACM42769
Phocoenidae5	20.3	12.6	31.6	14.5	7	14	9.3	1.1	13	5.45	2.25	0.6	3	LACM94772
Phocoenidae6	17.8	11.5	29.6	14.2	6.2	12.5	8.9	0	12	5.3	2.6	0.8	2.6	LACM119364
Phocoenidae7	15.3	9.6	28.6	14.9	3.8	11.5	8.3	0	8	4.5	1.7	0.9	2.6	LACM131021
Phocoenidae8	17.9	11.9	29	13.2	4.8	11.5	8.6	0.3	9.6	4.7	1.8	1.1	2.6	LACM143484
Phocoenidae9	19.2	11.1	29.8	16	5.4	12.5	10	0	9.8	4.7	2.4	0.7	2.3	LACM212446
Phocoenidae10	18	10.9	25.9	12.4	5.8	9.85	8.5	0	8.1	6.1	2.56	1.66	2.45	FCMM2410
Piscolithax tedorfi A	16.8	11.1	28.4	14.4	3.2	12.6	8.6	0.9	11	4.9	2.2	1.1	2.4	LACM15972
Piscolithax tedorfi B	16.8	11.1	28.4	14.4	3.2	12.6	8.6	0.9	11	4.9	2.2	1.1	2.4	LACM15972
Piscolithax tedorfi C	17.9	12.2	29.2	13.7	5.6	12.6	9.2	0.7	8.4	5.5	1.16	0.8	2.7	LACM15977
Piscolithax tedorfi D	20.8	12.7	32.2	13.9	5.8	13.8	10.8	0.8	9	6.1	2	0.8	2.7	LACM15995
Piscolithax tedorfi E	15.8	12.8	27.6	14.2	4	10.3	8.74	0.65	11	6	2.36	1.7	3.34	FCMM2164
Piscolithax tedorfi F	16.5	12.8	27.5	13.2	6	10.8	7.24	0.7	7.3	5.74	2	1.2	2.32	FCMM2411
Piscolithax borealis A	18.9	13.9	31.7	13.6	5.3	16.6	9	0.6	10	6.3	2.6	1.7	3.35	LACM15975
Piscolithax borealis B	17.9	12	28.6	13.8	5.3	12.2	7.5	0.6	11	6.1	2.2	1.4	2.7	LACM15978
Phocoenoides dalli A	17.4	10.3	27.9	13.2	6	9.8	7.9	0.7	8.4	4.7	2.8	0.9	1.7	LACM43473
Phocoenoides dalli B	17.4	10.3	27.9	13.2	6	9.8	7.6	0.7	8.4	4.7	2.8	0.9	1.7	LACM43473
Salamusphocoena stocktoniA														

ANEXO 2

Los cráneos y huesos periótricos de las especies descritas formalmente y las especies no descritas formalmente se enlistan a continuación, siguiendo la filogenea descrita por Fordyce y Barnes (1994). A cada espécimen se adjunta su número de catálogo, que material fue observado, quien y cuando fue descrita, donde fue colectada y por quien, y en algunos especímenes se describen algunos detalles importantes observados.

Orden Cetácea Brisson 1762.

Suborden Odontoceti Flower 1864.

LACM 1 Cráneo de Cetáceo muy primitivo. Especie no descrita. Réplica proporcionada por de Muizon. Epoca, localidad de colecta, quien y cuando fue colectado se ignora.

LACM 2 Cráneo de Cetáceo muy primitivo. Especie no descrita. Réplica proporcionada por de Muizon. Epoca, localidad de colecta, quien y cuando fue colectado se ignora.

Superfamilia no resuelta.

Familia Agorophiidae Abel 1913.

Adelodelphis whitmorei Fordyce, en preparación.

LACM 205491 *Adelodelphis whitmorei* Fordyce, no publicado; Agorophiid, Cráneo y periótrico derecho. Colectado en la Formación Toledo superior del Oligoceno; localidad Bluff al norte del río Yaquina aproximadamente 400 pies al este del contacto Yaquina, Oregon. Colectado por D. R. Emlong aproximadamente el 7 de Junio de 1962. Presenta los dientes frontales, muy largos y presenta dientes con

dos raíces, 8 de cada lado y son triangulares. Los nasales son pequeños. La premaxila sobre el cranium es muy pequeña, apenas notable pero los presenta.

Superfamilia Physeteroidea (Gray 1821) Gill 1872.

Familia Physeteridae Gray 1821.

Subfamilia Physeterinae (Gray 1821) Flower 1867

Aulophyseter morricei Kellogg 1927.

LACM 28393 *Aulophyseter morricei* Kellogg 1927. Periótico derecho (A) del Barstoviano en la Formación Round Mountain Silt en la localidad 4345 en Sharktooth Hill, en el condado Kern, California, USA. Colectado por Charles Morrie, en 1924 y descrito por Kellogg en 1927. Carnegie Inst. Washington. Publ. 346:20.

LACM 28394 Periótico derecho (B), **LACM 28396** Periótico derecho (C) y **LACM 28397** Periótico derecho (D) perióticos derechos de la misma especie.

Familia Kogiidae (Gill 1871) Miller 1923.

Scaphokogia de Muizon 1988c.

LACM 143481, *Scaphokogia* sp. Periótico izquierdo. Formación Gloria, Hemphilliano. Localidad 6597, Corkscrew Hills, al norte de Santa Rosalia, Baja California Sur, México. Colectado por Omar Vidal el 21 de Noviembre de 1986.

ITESM 840125, *Kogia breviceps* (de Blainville 1838) Cráneo y periótico derecho. Especie actual, colectada en Puerto Peñasco, Sonora, México.

Superfamilia Platanistoidea (Gray 1863) Simpson 1945.

Familia Squalodontidae Brandt 1872

Subfamilia Squalodontinae (Brandt 1872) Rothausen 1968.

Squalodon herrabundus Kellogg 1931.

LACM 2683,77-1 *Squalodon herrabundus* Kellogg, 1931. Este es un cráneo de lo que Kellogg describe como un squalodonte, pero está más relacionado con *Inia*, aunque el rostrum es más largo. Es un cráneo muy esbelto y tiene dos prominencias frente al lagrimal sobre la maxila; estas prominencias son ovales y muy marcadas y se alargan en una línea hasta la altura del postorvital con un ancho aproximado de 10 mm.

Familia Platanistidae (Gray 1863).

LACM 16340 *Platanista gangetica* (Roxburgh 1801) hembra, cráneo y periótico izquierdo. Colectado en Octubre de 1969 por T. A. Khan; en Main Sahib Jo Got, Pakistan.

Superfamilia Eurhinodelphoidea (Abel 1901) de Muizon 1988.

Familia Eurhinodelphidae Abel 1901.

LACM 41429 cf. *Eurhinodelphis*. Periótico derecho del Barstoviano de la Formación Calvert, localidad 3257, Plum Point en el Condado de Calvert, Maryland; colectado el 30 de Mayo de 1926.

Superfamilia Delphinoidea (Gray 1821) Flower 1864.

Familia Kentriodontidae (Slijper 1936) Barnes 1978.

Subfamilia Kampholophinae Barnes 1978.

LACM 101149 *Liolithax pappus* (Kellogg 1927) Barnes 1978. Periótico izquierdo del Mioceno Medio en la Formación Calvert, en la parte de arriba de la zona 11, localidad 4180 a 0.9 millas al norte del monte de Parker, en el Condado de Calvert, Maryland; por A. C. Murray el 9 de Julio de 1939.

LGB 770-38 = LACM 146537 Cráneo y periótico de kentriodontido (Kentriodontido1) no descrito, colectado en la Formación Monterey en el condado de Orange, localidad 3209. Es un cráneo muy primitivo, con dientes largos y gruesos; con un periótico muy parecido al de un delfín actual. El cráneo en vista dorsal es completo pero en vista ventral le faltan los zigomáticos y el squamoso. El periótico es muy parecido a *Delphino delphis* y el cráneo es más grande. El periótico es muy interesante pues el proceso anterior tiene apenas perceptibles dos puntas como *Liolithax kernensis*, sin esas dos puntas el Proceso Anterior es del mismo tamaño. El proceso anterior es un poco más ancho (2 mm). La coclea es más chica y la ventana oval es completamente circular. La superficie cerebral es igual de plana y presenta la misma protuberancia, característica de los Kentriodontidos. Otra diferencia muy marcada es que presenta una protuberancia a la altura del acueducto coclear. Las características craneales más importantes son: que el hueso postorbital es muy largo; presenta una cavidad entre los huesos nasales, los cuales son muy rectangulares; la premaxila en toda su longitud sobre el rostrum es del mismo grueso y presenta dos dientes largos y puntiagudos.

LACM 117753 Cráneo de *Delphinodon dividum* True, 1912. Mioceno Medio, Barstoviano de la Formación Calvert, zona 5, localidad 4448 a 1 milla al sur de la playa Chesapeake en el condado de Calvert, Maryland, colectado por William

Palmer el 30 de mayo de 1908 y descrito por True, Journ. Acad. Nat. Sci. Phila., vol.15, 2d ser, Marzo 21, 1912 (issued Dec. 9 1912, pp. 165-194, pls 17-26).

Subfamilia Kentriodontinae (Slijper 1936).

LACM 4956 Cráneo de Kentriodontidontido (Kentriodontinae), colectado el 9 de abril de 1982 en Round Mountan Silt en la localidad 4956, del Barstoviano. Es un cráneo muy pequeño de dimensiones y características similares a **LACM 131822** *Kentriodon pernix* pero las aristas premaxilares no son tan elevadas detrás de los nasales y el vertex es más elevado.

LACM 131822 Cráneo de *Kentriodon pernix* Kellogg, 1927. Kentriodontidae del Barstoviano en la Formación Calvert, localidad 6017 en Calvert Cliffs, en el Condado de Calvert, Maryland. Colectado por William Pelmer en julio de 1918 y descrito por Kellogg en 1927. Proc. USNM, 69(19):4. **LACM 131821** *Kentriodon pernix* Kellogg, 1927. Periótico derecho (A), del Barstoviano de la Formación Calvert, localidad 6016, Calvert Cliffs en el Condado de Calvert, Maryland; por Norman H. Bos el 5-7 de Julio de 1913. Descrito por Kellogg en 1927. Proc. USNM,69(19):4. **LACM 8060** periótico (B) colectado a 1.5 millas al sur de la playa Chesapeake, Maryland en la Formación Calvert, por N. H. Boss.

LACM 28392 *Liolithax kernensis* Kellogg, 1931. Periótico izquierdo (A) del Barstoviano en la Formación Round Mountan Silt en la localidad 4345 en Sharktooth Hill, en el condado Kern, california. Colectado por Charles Morrie, en 1924 y descrito por kellogg en 1931 Proc. Calif. Acad. Sci, 4th ser, 19:393. Una serie de perióticos publicados por Barnes en 1978 y que aparecen en la figura 1 y 2 de esa publicación, como a, b, c, d, e, f, g, e i. Además de un periótico completo

junto con la bula, el incus, el maleus y el stape, este ultimo espécimen **LACM 122230** (B), es el que mayor numero de piezas tiene descritas para esta especie. En orden de aparición la serie de ocho perióticos es el siguiente: **LACM 4341** paratipo, periótico izquierdo (C); **LACM 102421**, periótico izquierdo (D); **LACM 80699**, periótico derecho(E); **LACM 82173**, periótico izquierdo (F); **LACM 82197** periótico derecho (G); **LACM 82171** periótico derecho (H); **LACM 4340** holotipo, periótico izquierdo (I); y **LACM 83083** periótico derecho (J). **UABC-FCMM 2386** Cráneo y periótico derecho (K), colectado en la Formación Rosarito Beach, miembro Los Indios (Mioceno Medio), localidad 103-Tortugas; en la Mesa de La Misión, Baja California, México; por Francisco Javier Aranda Manteca y Juan Gabriel Flores Trujillo, el 2 de Marzo de 1998.

UABC-FCMM 2387 Cráneo de Kentroodontido (Kentriodontinae1), no descrito; colectado en la Formación Rosarito Beach, miembro Los Indios (Mioceno Medio), localidad 103-Inferior; en la Mesa de La Misión, Baja California, México; por Francisco Javier Aranda Manteca y Juan Gabriel Flores Trujillo, el 2 de Marzo de 1998.

UABC-FCMM 2389 periótico de Kentroodontido (Kentriodontinae2), no descrito; colectado en la Formación Rosarito Beach, miembro Los Indios (Mioceno Medio), localidad 103-Tortugas en la Mesa de La Misión, Baja California, México; por Francisco Javier Aranda Manteca, el 18 de Agosto de 1993.

UABC-FCMM 2390 periótico de Kentroodontido (Kentriodontinae3), no descrito; colectado en la Formación Rosarito Beach, miembro Los Indios (Mioceno Medio), localidad 103-Tortugas en la Mesa de La Misión, Baja California, México: por Francisco Javier Aranda Manteca, el 20 de Enero de 1998.

LACM 28391 *Platilithax robusta* Kellogg, 1931. Periótico derecho del Barstoviano en la Formación Round Mountain Silt en la localidad 4345 en Sharktooth Hill, en el condado Kern, California. Colectado por Charles Morrice, en 1924 y descrito por Kellogg en 1931 Proc. Calif. Acad. Sci, 4th ser, 19:393.

LACM 28400 *Grypolithax obscura* Kellogg, 1931. Periótico izquierdo del Barstoviano en la Formación Round Mountain Silt en la localidad 4345 en Sharktooth Hill, en el condado Kern, California. Colectado por Charles Morrice, en 1924 y descrito por Kellogg en 1931 Proc. Calif. Acad. Sci, 4th ser, 19:393. **LACM 28401** periótico derecho.

LACM 28402 *Grypolithax pavidata* Kellogg, 1931. Periótico izquierdo (A) del Barstoviano en la Formación Round Mountain Silt en la localidad 4345 en Sharktooth Hill, en el condado Kern, California. Colectado por Charles Morrice, en 1924 y descrito por Kellogg en 1931 Proc. Calif. Acad. Sci, 4th ser, 19:393. **LACM 28403** Periótico izquierdo (B) misma especie.

LACM 28404 *Loxolithax sinuosa* Kellogg, 1931. Periótico izquierdo (A) del Barstoviano en la Formación Round Mountain Silt en la localidad 4345 en Sharktooth Hill, en el condado Kern, California. Colectado por Charles Morrice, en 1924 y descrito por Kellogg en 1931 Proc. Calif. Acad. Sci, 4th ser, 19:393. **LACM 28405** Periótico izquierdo (B) de la misma especie.

UABC-FCMM 2391 periótico de Kentroodontido (Kentriodontinae4), no descrito; colectado en la Formación Rosarito Beach, miembro Los Indios (Mioceno Medio), localidad 103-Tortugas en la Mesa de La Misión, Baja California, México; por Francisco Javier Aranda Manteca, el 24 de Enero de 1998.

LACM 123907 Cráneo de Kentriodon no descrito *Penttila porposea*. Colectado en la localidad 5085, Salmé Hill, Condado de Wahkiakam, Washington, por Daniel E. Penttila entre 1915 y 1916.

LACM 115320 Cráneo de Kentriodontido no descrito (Kentriodontinae5). Epoca, localidad de colecta, quien y cuando fue colectado se ignora.

LACM 128917 Cráneo de Kentriodontido no descrito (Kentriodontinae6). Epoca, localidad de colecta, quien y cuando fue colectado se ignora.

LACM 131012 Cráneo de Kentriodontido no descrito (Kentriodontinae7). Epoca, localidad de colecta, quien y cuando fue colectado se ignora.

LACM 123643 Cráneo y Periótico izquierdo de *Kentriodon raschkei* Barnes, m.s. del Barstoviano de la Formación Monterey. Localidad 4947 arriba de Oso Dam, Condado de Orange, California. R. Raschke 545; colectado por Rodney y Mevenc Rasello.

LACM 28387 *Lamprolithax simulans* Kellogg, 1931. Periótico izquierdo (A) del Barstoviano en la Formación Round Mountain Silt en la localidad 4345 en Sharktooth Hill, en el condado Kern, California. Colectado por Charles Morrie, en 1924 y descrito por Kellogg en 1931 Proc. Calif. Acad. Sci, 4th ser, 19:393. **LACM 28390** Periótico Izquierdo (B) misma especie. **LACM 37858** *Lamprolithax simulans* (Kellogg, 1931) Barnes 1973. Kentriodontidae del Barstoviano. Formación Round Mountain Silt, localidad 1625 Shark-Tooth Hill, Kern County, California. Corresponde a un cráneo descrito por Barnes en 1973 y el hueso periótico fue descrito por Kellogg en 1931 **LACM 123804**. El periótico encaja perfectamente en el cráneo, razón por la cual a este cráneo se le asigna a esta especie.

LACM 28388 *Lamprolithax annectens* Kellogg, 1931. Periótico izquierdo (A) del Barstoviano en la Formación Round Mountain Silt en la localidad 4345 en Sharktooth Hill, en el condado Kern, California. Colectado por Charles Morrie, en 1924 y descrito por Kellogg en 1931 Proc. Calif. Acad. Sci, 4th ser, 19:393. **LACM 28389** Periótico izquierdo (B) misma especie.

LACM 146529 Cráneo de Kentriodontido (*Pithanodelphinae*) con los nasales bulbosos, marcadamente menos que **LACM 30093** pero más que **LACM 37858** la asimetría también es intermedia pero hacia la izquierda. Colectado en Sharktooth Hill.

LACM 30093 Cráneo de *Pithanodelphis nasalis* Barnes, 1985. Clarendoniano formación 5077 Laguna Niquel- Autonetics, Condado de Orang, California; colectado por W. Earl Calhoun y M. K. Hammer. Es de los primeros Kentriodontidos que presentan asimetría craneal y el único delfín con asimetría craneal hacia la derecha. Este cráneo es el holotipo y el paratipo es el **LACM 266335** (Figura 23-b). Se caracteriza por tener los nasales extremadamente bulbosos. **LACM 30093** periótico izquierdo.

Subfamilia Lophocetinae Barnes 1978.

LACM 118751 Cráneo de *Lophocetus repenningi* Barnes, 1978. Mioceno tardío, Santa Margarita, localidad 4487 Big Pine Mountain, Sespe Valley, Santa Barbara County, California; colectado por Charles A. Repenning 1963. Barnes L. G. 1978 LACM Bull, 28:12.

Familia Albireonidae Barnes 1984.

LACM 14589 *Albireo wistleri* Barnes, 1984. Cráneo y hueso periótico izquierdo (A)

LACM 11589. Formación Almejas Inferior, Mioceno Tardío Plioceno Temprano.

Isla Cedros, Baja California, México. **UABC-FCMM 2166** periótico derecho (B) sin

el proceso anterior, colectado en la Formación Almejas Inferior, Mioceno Tardío

Plioceno Temprano. Isla Cedros, Baja California, México; Arroyo Delfín, unidad 1,

por Francisco Javier Aranda Manteca. **UABC-FCMM 2167** periótico derecho (C)

completo, colectado en la Formación Almejas Inferior, Mioceno Tardío Plioceno

Temprano. Isla Cedros, Baja California, México; Arroyo Delfín, unidad 1; por

Francisco Javier Aranda Manteca. **UABC-FCMM 1985** periótico izquierdo (D) sin

el proceso posterior, colectado en la Formación Almejas Inferior, Mioceno Tardío

Plioceno Temprano. Isla Cedros, Baja California, México; Arroyo Tiburón, unidad

1; por Francisco Javier Aranda Manteca.

Familia Monodontidae Gray 1821.

Subfamilia Orcaellinae Fordyce y Barnes 1994.

ITESM 890416 *Orcinus Orca* (Linnaeus 1758). Cráneo actual. Colectado en el Alto

Golfo de California, Sonora, México.

Subfamilia Delphinapterinae Gill 1871.

LACM 21245 *Denebola brachycephala* Barnes 1984. Periótico derecho (A)

(Holotipo). Colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California,

México; en la unidad 6; Richard H. Tedford y David Whistler el 4 de Agosto de

1965. **UABC-FCMM 1969** *Denebola aff brachycephala* Barnes, 1984. Es un cráneo y el hueso periótico izquierdo (B) (**UABC-FCMM 2163**) completo, colectados en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; unidad 10 del Arroyo Esqueleto, por Francisco Javier Aranda Manteca el 23 de marzo de 1993. **UABC-FCMM 1963** es un cráneo (B) parcialmente completo, colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; unidad 10 del Arroyo Esqueletos en marzo de 1992 por Francisco Javier Aranda Manteca. **UABC-FCMM 1968** periótico derecho (C) sin el proceso posterior; colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; Arroyo Lobita, en la unidad 8; por Francisco Javier Aranda Manteca.

UABC-FCMM 2165 *Denebola* morfotipo I, Flores-Trujillo 1998. Este espécimen corresponde a un periótico derecho completo; colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; Arroyo Esqueletos, unidad 9; por Gerardo González el 15 de Marzo de 1992.

UABC-FCMM 2168 *Denebola* morfotipo II, Flores-Trujillo 1998. Este espécimen corresponde a un periótico derecho, colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; Arroyo Delfín, Unidad 1; por Francisco Javier Aranda Manteca.

Familia Delphinidae Gray 1821.

Subfamilia Delphininae (Gray 1821) Flower 1867.

UABC-FCMM 2415 *Tursiups truncatus* (Montagu 1821) Cráneo y periótico derecho, colectada en Bahía de Todos Santos, Baja California, México en 1999.

UABC-FCMM 2414 *Delphino delphis* Linnaeus 1758. Cráneo y perióticos (A y B) de una hembra adulta, colectada en Bahía de Todos Santos, Baja California, México; en 1999. **UABC-FCMM 2419** *Delphino delphis* Linnaeus 1758. Cráneo y perióticos (C y D) de un juvenil colectado en Bahía de Todos Santos, Baja California, México.

LACM 29120 Cráneo de *Lagenorhynchus sp.*, completo del Pleistoceno. Es muy similar a **LACM 27077** *Lagenorhynchus obliquidens* Gill 1865, cráneo de delfín actual macho, con los dos periódicos. **LACM 143482** *Lagenorhynchus*. Periótico derecho. Formación Gloria, Hemphilliano. Localidad 6597, Corkscrew Hills, al norte de Santa Rosalia, Baja California Sur, México. Colectado por Omar Vidal el 21 de Noviembre de 1986.

LACM 43472 *Lissodelphis borealis* (Peale 1848), cráneo y periótico derecho, delfín actual.

LACM 52147 Cráneo grande (Delphinido) con ya una asimetría clara y con prominentes crestas premaxilares frente a las narinas; el rostrum es triangular y no se reduce en grosor como en Kentriodontidos. 10 millones de años.

LACM 29118 Delphinido1, periótico derecho. Formación Gloria, Hemphilliano. Localidad 6597, Corkscrew Hills, al norte de Santa Rosalia, Baja California Sur, México. Colectado por S. P. Applegate el 4 de Abril de 1965.

LACM 75900 Delphinido2, periótico izquierdo. Formación Gloria, Hemphilliano. Localidad 6597, Corkscrew Hills, al norte de Santa Rosalia, Baja California Sur, México. Colectado por Shelton P. Applegate el 26 de Abril de 1965.

LACM 76635 Delphinido3, periótico derecho. Formación Gloria, Hemphilliano. Localidad 6597, Corkscrew Hills, al norte de Santa Rosalia, Baja California Sur, México. Colectado por Shelton P. Applegate el 26 de Abril de 1965.

LACM 76636 Delphinido4, periótico izquierdo. Formación Gloria, Hemphilliano. Localidad 6597, Corkscrew Hills, al norte de Santa Rosalia, Baja California Sur, México. Colectado por Shelton P. Applegate el 26 de Abril de 1965.

UABC-FCMM 2416 Delphinido5 periótico derecho actual, colectado en el Alto Golfo de California, Baja California, México en 1999.

UABC-FCMM 2417 Delphinido6 periótico derecho actual, colectado en el Alto Golfo de California, Baja California, México en 1999.

UABC-FCMM 2418 Delphinido7 periótico derecho actual, colectado en el Alto Golfo de California, Baja California, México en 1999.

LACM 131101 *Tursiops*. Periótico derecho. Formación Gloria, Hemphilliano. Localidad 6597, Corkscrew Hills, al norte de Santa Rosalia, Baja California Sur, México. Colectado por Michael K. Hammer, 1974-75.

Subfamilia Globicephalinae (Gray 1866) Gill 1872.

LACM 31338 Cráneo de *Globicephala macrorhynchus* Gray 1846, con el periótico derecho. Delphinoideo actual colectado el 18 de abril de 1960 por Mitchell J. Lipps: en el Condado de Ventura, California; frente a la estación aérea naval Pt. Mugo.

Familia Phocoenidae (Gray 1825) Bravard 1885.

LACM 33b Phocoenidae, especie no descrita, periótico derecho. Localidad descubierta por Kilmer. Formación Almejas, unidad F-L, flotando; colectado por F. Kilmer el 28 de Febrero de 1964.

LACM RHT 2297 Phocoenidae (Phocoenidae1), especie no descrita, periótico derecho (B). Localidad 11. Formación Almejas, base unidad 6; colectado por D. Whistler el 9 de Agosto de 1965.

LACM 23890 Phocoenidae (Phocoenidae2), especie no descrita, periótico derecho. Localidad USGS M1109; 4, 500 w of P/ Santa Cruz, California. Formación Purisima, Base de glauconita, Plioceno medio 6.7 millones de años. Colectado por J. G. Clark y C. A. Repenning en 1965.

LACM 27295 Phocoenidae (Phocoenidae3), especie no descrita. Periótico izquierdo. Correlativo con Hemphiliano en Capistrano. Localidad 65121, colina 4 Leisure world, Condado de Orange, California. Colectado por W. Earl Calhoun. El 2 de Julio de 1965.

LACM 42769 Phocoenidae (Phocoenidae4), especie no descrita Periótico izquierdo. Plioceno Medio. Formación Gloria, Hemphilliano. Localidad 6597, Corkscrew Hills, al norte de Santa Rosalia, Baja California Sur, México. Colectado por Shelton P. Applegate el 26 de Abril de 1965.

LACM 94772 Phocoenidae (Phocoenidae5), especie no descrita. Periótico derecho. Correlativo con Hemphiliano en Capistrano. Localidad 4166 Crow Valley Parkway at paseo del Nique, Condado de Orange, California. Colectado por Rodney E. Raschke el 21 de Julio de 1976

LACM 119364 Phocoenidae (Phocoenidae6), especie no descrita. Periótico derecho. Hemphiliano en San Mateo. Localidad 4301, Lawrence Canyon bluff,

Condado San Diego, California. Colectado por Museum Field party el 9 de Marzo de 1979.

LACM 131021 Phocoenidae (Phocoenidae7), especie no descrita. Periótico izquierdo. Formación Gloria, Hemphilliano. Localidad 6597, Corkscrew Hills, al norte de Santa Rosalia, Baja California Sur, México. Colectado por Omar Vidal el 21 de Noviembre de 1986.

LACM 143484 Phocoenidae (Phocoenidae8), especie no descrita. Periótico izquierdo. Formación Gloria, Hemphilliano. Localidad 6597, Corkscrew Hills, al norte de Santa Rosalia, Baja California Sur, México. Colectado por Nabarro, C. y Nava, C. M. El 13 de Octubre de 1990.

LACM 212446 Phocoenidae (Phocoenidae9), especie no descrita. Periótico derecho. Localidad 11. Formación Almejas, unidad 8; colectado por Richard H. Tedford el 9 de Agosto de 1965.

UABC-FCMM 2410 Phocoenidae (Phocoenidae10), especie no descrita. Periótico derecho del Plioceno Temprano en San Francisquito, Baja California Sur, México; por Gerardo González.

Subfamilia Phocoenoidinae Barnes 1985 a.

LACM 15972 Cráneo y perióticos (A y B), de *Piscolithax tedfordi* Barnes, 1984. Isla Cedros, Baja California, México, unidad 6. 15 pies arriba de la base de la formación Almejas. Colectado por Richard H. Tedford y David P. Whistler el 6 de Agosto de 1965. **LACM 15977** *Piscolithax tedfordi* (C). Periótico derecho, Mioceno Tardío Plioceno Temprano, de la Formación Almejas Inferior en Isla Cedros. Baja California México, flotando en la unidad 10; colectado por Richard H. Tedford el 11

de Agosto de 1965. **LACM 15995** *Piscolithax* acf. *P. tedfordi*. Periótico Derecho (D). Mioceno Tardío Plioceno Temprano, de la Formación Almejas Inferior en Isla Cedros. Baja California México. Colectado por George T. Jefferson el 17 de Julio de 1964. **UABC-FCMM 2164** periótico izquierdo (E) completo, colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; en el Arroyo Delfín, unidad 6, por Lawrence G. Barnes el 16 de Abril de 1993. **UABC-FCMM 2411** periótico derecho (F) colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; en la unidad 11; por Gerardo González el 22 de Marzo de 1992.

LACM 15975 *Piscolithax boreios* Barnes, 1984. Cráneo y periótico izquierdo (A) . Isla Cedros, Baja California, México, unidad 12, 60 a 70 pies arriba de la base de la formación Almejas. Colectado por Richard H. Tedford, el 11 de Agosto de 1965.

LACM 15978 *Piscolithax boreios*, periótico Izquierdo (B). Mioceno Tardío Plioceno Temprano, de la Formación Almejas Inferior en Isla Cedros. Baja California México; flotando en la unidad 10; Colectado por Richard, H. tedford el 11 de Agosto de 1965.

LACM 43473 *Phocoenoides dalli* (True 1885) cráneo y ambos perióticos (A y B).

LACM 86042 *Australophocaena dioptica* (Lahille 1912) Barnes 1985. Cráneo colectado en Tierra de Fuego, Argentina.

LACM 34576 *Salamuphocoena stocktoni* (Wilson, 1973) Barnes, 1985. periótico derecho (A) Holotipo. **LACM 86135** periótico derecho (B).

UABC-FCMM 2162 *Piscolithax* (A) morfotipo I, Flores-Trujillo 1998. Corresponde un periótico derecho completo, colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla

Cedros, Baja California, México; en la unidad 1, entre los dos tributarios del Arroyo Delfín; por Lawrence G. Barnes el 3 de Abril de 1993.

UABC-FCMM 1984 *Piscolithax* (B) morfotipo II, Flores-Trujillo 1998. Corresponde a un periótico derecho sin el proceso posterior, colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; en el Arroyo Tiburón, unidad 10; por Francisco Javier Aranda Manteca.

Subfamilia Phocoeninae (Gray 1825) Barnes 1985 a.

LACM 145780 *Phocoena spinipinnis* Burmeister 1865; cráneo con ambos perióticos (A y B). Colectado el 28 de Julio de 1970, en Lagumillas Peru. Tres perióticos mas de la misma especie, sin numero.

LACM 72539 *Phocoena phocoena* (Linnaeus 1758) macho. Cráneo y perióticos (A y B) colectados en Estero Bay, San Luis Obispo Co., Ca., USA; el 27 de Abril de 1994. **LACM 72563** *Phocoena phocoena* (Linnaeus 1758) hembra. Cráneo y perióticos (C y D) colectados en San Luis Obispo Co., Ca., USA; el 27 de Septiembre de 1983. Un perióticos mas de la misma especie, sin numero.

LACM 86041 *Neophocaena phocaenoides* (Cuvier 1829) macho. Cráneo y periótico derecho colectados en el puerto Tokoname Ohtani, prefectura Aichi, Japon; el 1 de Junio de 1990.

UABC-FCMM 0073 Phocoeninae (A) morfotipo I, Flores-Trujillo 1998. Este espécimen corresponde a un cráneo y un Periótico, especie no nombrada. Colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; en el Arroyo Esqueletos, unidad 7; por Lawrence G. Barnes y Silvia Manzanilla el 15 de Marzo de 1992. **UABC-FCMM 2156** corresponde a un periótico derecho (B)

completo, colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; en la unidad 1, entre los dos tributarios del Arroyo Delfín, en la mesa de la "colina de dientes" por Lawrence G. Barnes el 3 de Abril de 1993.

UABC-FCMM 2152 Phocoeninae (C) morfotipo II, Flores-Trujillo 1998. Consiste de un Periótico, este espécimen fue colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; en el Arroyo Esqueletos, unidad 6 por David P. Whistler. **UABC-FCMM 2153** periótico derecho (D) completo, colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; en el Arroyo Delfín, localidad Kilmer, en la unidad 12 por Francisco Javier Aranda Manteca y Susy Sánchez Gutiérrez. **UABC-FCMM 2157** corresponde a un periótico derecho (E), colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; en la división entre el Arroyo Esqueletos y el Arroyo Tiburón, flotando en la unidad 1; por Miguel Téllez el 15 de Marzo de 1992.

UABC-FCMM 2154 Phocoeninae (F) morfotipo III, Flores-Trujillo 1998. Este espécimen corresponde a un periótico derecho, colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; en el Arroyo Delfín, en la localidad Kilmer, unidad 12, por Lawrence G. Barnes el 4 de Abril de 1993. **UABC-FCMM 2155** Este espécimen corresponde a un periótico izquierdo (G) completo, colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; en el Arroyo Delfín, por Lawrence G. Barnes el 26 de Febrero 1992.

UABC-FCMM 2158 Phocoeninae (H) morfotipo IV, Flores-Trujillo 1998. Este espécimen corresponde a un periótico izquierdo completo, colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; en la localidad Kilmer, Arroyo Delfín, en la unidad 14, por Gerardo González el 5 de Abril de 1993.

UABC-FCMM 2159 corresponde a un periótico derecho (I) completo, colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; en el Arroyo Esqueletos, en la unidad 9, por Lawrence G. Barnes el 5 de Marzo de 1992.

UABC-FCMM 2160 Phocoeninae (J) morfotipo V, Flores-Trujillo 1998. Este espécimen corresponde a un periótico derecho completo, colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; en el Arroyo Delfín, unidad 11; por Francisco Javier Aranda Manteca y Susy Sánchez Gutiérrez. **UABC-FCMM 2161** corresponde a un periótico derecho (K), colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; en el Arroyo Esqueletos, en la parte superior de la unidad 2; por Lawrence G. Barnes el 28 de Febrero de 1992. **UABC-FCMM 2151** corresponde a un periótico izquierdo (L) completo, colectado en la Formación Almejas Inferior, Isla Cedros, Baja California, México; en el Arroyo Tiburón, unidad 10; por Francisco Javier Aranda Manteca.

UABC-FCMM 2412 *Phocoena sinus*, Norris y McFarland 1958. Cráneo y perióticos de una hembra juvenil, colectada en el Alto Golfo de California. **UABC-FCMM 2413** Cráneo y perióticos de un macho juvenil, colectado en el Alto Golfo de California. **ITESM 910313-2** Cráneo y periótico derecho de un macho adulto, longitud total 139.7 cm; colectado entre El Burro y El Carrizal, El Golfo de Santa Clara, Sonora, México; colectado por J. M. Nava y C. Navarro. **ITESM 900408** Cráneo y periótico derecho de una hembra adulta, longitud total 135 cm; colectado en El Golfo de Santa Clara, Sonora, México; colectado por O. Vidal et al.. **ITESM 930331** Cráneo y periótico izquierdo de una hembra adulta, sin catalogar. **ITESM 850313-4-24** Cráneo y periótico derecho de un macho adulto, longitud total 134.5 cm; colectado 5 km fuera de la costa de Punta El Burro en El Golfo de Santa

Clara, Sonora, México; colectado por A. Robles. **ITESM 850514-02-6** Cráneo y periótico izquierdo de un macho adulto, longitud total 143.5 cm; colectado 10 km al norte de Rocas Cansag, 10-12 brazas, en El Golfo de California, México; colectado por A. Robles. **ITESM 860317** Cráneo y periótico izquierdo de un macho adulto, longitud total 131.5 cm; colectado en El Golfo de Santa Clara, Sonora, México; colectado por Juan Carlos Barrera. **ITESM 850313-02-27** Cráneo y periótico izquierdo de una hembra adulta, longitud total 135 cm; colectado 5 km fuera de la costa de El Burro, El Golfo de Santa Clara, Sonora, México; colectado por A. Robles. **ITESM 910207** Cráneo y periótico derecho de una hembra adulta; colectado enfrente de El tornillal, El Golfo de Santa Clara, Sonora, México; colectado por C. Navarro y J. M. Nava. **ITESM 92022** Cráneo y periótico derecho de una hembra adulta, longitud total 148.2 cm; colectado en El Burro, El Golfo de Santa Clara, Sonora, México; colectado por O. Vidal y C Faesi. **ITESM 930403** Cráneo y periótico derecho sin catalogar. **ITESM 910313-1** Cráneo y periótico derecho de una hembra adulta, longitud total 139.7 cm; colectado entre El Burro y El Tornillal, El Golfo de Santa Clara, Sonora, México; colectado por C. Navarro, J.M. Nava y O. Vidal.

Superfamilia no resuelta.

Familia Iniidae Flower 1867.

LACM 19591 *Inia geoffrensis* (de Blainville 1817) hembra, cráneo y periótico derecho. Colectado en Septiembre de 1964 por John A. Moore; en la rivera del Amazonas en Colombia.