

85



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS IZTACALA

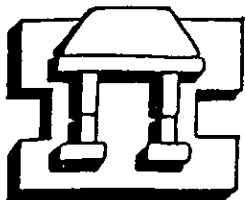
DETERMINACION DE EDAD Y CRECIMIENTO ALOMETRICO EN CRANEOS DE DELFIN DE DIENTES RUGOSOS *Steno bredanensis* (Lesson, 1828) DE CAMPECHE MEXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE BI O L O G O P R E S E N T A : ARTURO ROMERO TENORIO

83045

DIRECTOR DE TESIS: M. en C. ALBERTO DELGADO ESTRELLA



IZTACALA

2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Agradecimientos

Quiero agradecer en especial a mis padres por todo el apoyo y estímulos que lograron lo que ahora termino; a mi madre este trabajo, a mi padre y mis abuelos Jesús y Margarita, en su memoria; ellos fueron clave para alcanzar esta meta y a ellos debo todo lo que ahora soy, gracias.

También quiero agradecer especialmente al M. en C. Alberto Delgado Estrella por ser una gran persona, por que supo como hacer para que continuara con esto en momentos difíciles y por que con sus observaciones y comentarios he logrado conocer mas en esta área; además, es alguien a quien admiro por la forma que tiene de trabajar y hacer las cosas, sin importar los obstáculos que se tengan, gracias.

Alejandra, con palabras muy breves, pero no con ello carentes de significancia, quiero manifestarte mi agradecimiento por todas esas observaciones hechas al trabajo, el apoyo y las sugerencias que contribuyeron en esta tesis; además de ser un gran estímulo y una persona muy especial para mí, gracias, Ale.

A mis sinodales Jorge R. Gersenowies, Paty Ramírez, Mónica González y Jonathan Franco les debo agradecer por que su contribución para el buen desarrollo de esta tesis fue crucial y por que se logró obtener, al parecer, un buen trabajo.

La disposición de las personas de la Colección Nacional de Mamíferos de IBUNAM, en particular el Dr. Fernando Cervantes, permitieron que el trabajo para la obtención de las medidas y los dientes, se realizara sin contratiempos. Además la Biól. Irelia López contribuyó también con una revisión extraoficial y comentarios sobre el trabajo. Antonio Santos Moreno fue otro de los revisores extraoficiales y que gracias a su conocimiento en el área y a las recomendaciones de algunas lecturas se facilitó la estructuración del trabajo.

Para el trabajo de medición y la toma de fotografías recibí el apoyo de la Pas. de Biól. Valentina Islas, logrando muy buenas imágenes para el texto y agilidad en el registro.

A mis tíos Alejandro y Lourdes agradezco su gran apoyo tanto moral, como económico, que me han brindado y que de buena forma se refleja en este trabajo

Sé que es muy difícil mencionar a todas aquellas personas que de alguna forma han tenido que ver con mi desarrollo hasta el momento, a esas personas una disculpa.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
Descripción del delfín de dientes rugosos, <i>Steno bredanensis</i> (Lesson, 1828)	<b>3</b>
Historia de Vida	<b>5</b>
El Cráneo de los Cetáceos	<b>8</b>
El Cráneo de los Delfínidos	<b>9</b>
Dimorfismo sexual en Cetáceos	<b>9</b>
Crecimiento	<b>11</b>
Crecimiento Alométrico e Isométrico en Odontocetos	<b>11</b>
Determinación de Edad en Odontocetos	<b>13</b>
<b>ANTECEDENTES</b>	<b>14</b>
Dimorfismo Sexual	<b>14</b>
Alometría	<b>15</b>
Edad	<b>15</b>
Estudios Morfométricos de Cetáceos en México	<b>17</b>
Antecedentes sobre el Delfín de Dientes Rugosos, <i>Steno bredanensis</i>	<b>18</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>20</b>
Objetivo Particular	<b>20</b>
Objetivos Específicos	<b>20</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODO</b>	<b>20</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>26</b>
<b>DISCUSIÓN</b>	<b>38</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>44</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>46</b>

## RESUMEN

Con base en la toma de 50 medidas y el conteo del número total de dientes en cráneos de delfín de dientes rugosos, *Steno bredanensis*, (varados en la costa de Campeche, México, y catalogados en la Colección Nacional de Mamíferos del IBUNAM). El objetivo del presente trabajo fue determinar las clases de edad y el tipo de crecimiento alométrico en los cráneos antes mencionados mediante morfometría y merística. Se determinó la relación que presentan las distintas estructuras óseas con la longitud total del cráneo (LCB), encontrando que el 21.6% de las medidas (LR, DRNE, DRNI, LHSiDi, LHSDDi, LHInDi, LHInDDi, LMRaI, LMRaD, PRPPteI y PRPPteD) presentaron un coeficiente de correlación mayor a 0.9 y que todas estas estructuras, presentaron un ritmo de crecimiento mas acelerado con respecto a la Longitud Condilobasal (heterogonía positiva), excepto la LMRaD que presentó un ritmo isométrico. El 15.7% de las variables (AMP, AMPO, AMSO, AMRaI, AMRaD, LFMaI, LFMaD y LSMa) tuvieron coeficientes de correlación entre 0.8 y 0.9, tres de esas variables (AMRaI, AMRaD y LSMa) presentaron un ritmo de crecimiento mas rápido (heterogonía positiva) que el de la Longitud Condilobasal y las estructuras restantes un ritmo mas lento (heterogonía negativa). El resto de las medidas (60.8%) arrojaron valores de  $r$  menores a 0.8, sin embargo, el 74.2% de ellas mostró tener relación con el crecimiento de la Longitud Condilobasal. Dentro de este grupo de medidas algunas mostraron un ritmo de crecimiento mayor a la Longitud Condilobasal (APMLR, AR3/4L, LMFTI, DmeFTI, DmeFTD, LPAOLI, LPAOLD y ASPteBO), el resto con un ritmo menor al de la Longitud Condilobasal; por otra parte, llama la atención que ciertas estructuras muestren un ritmo de crecimiento prácticamente igual a cero (Apre3/4B, AMPreMI, AMPreMD, SMPte y No. To. Di.) respecto a la Longitud Condilobasal o que después de nacer no se modifican con la edad. Del conteo de Capas de Crecimiento de Dentina (CCD) se obtuvieron edades entre dos y 28 años en 17 de los 23 ejemplares analizados, con Longitudes totales de cráneo entre 469 y 555 mm. De los 17 ejemplares, seis de ellos fueron maduros física y sexualmente (con edades entre 17 y 28 años), ocho maduros sexualmente (entre 10 y 15 años) y los tres restantes inmaduros (2-8 años). Al aplicar el modelo de crecimiento de Von Bertalanffy el ajuste de la curva nos muestra que existe un crecimiento rápido de los cráneos dentro de los primeros 10 años de vida de los ejemplares. Este trabajo contribuye al conocimiento de la biología de la especie que no se tiene bien conocida, y se complementa con otro tipo de trabajos como de taxonomía y ecología por ejemplo. Es importante resaltar la importancia que tiene la colecta de material osteológico para ampliar la información que se conoce de este tipo de organismos, mismo que tiene que ser respaldado por un buen trabajo de curación en las colecciones científicas del país.

## INTRODUCCIÓN

Con el nombre de mamíferos marinos se conoce a tres grupos de la Clase Mammalia y que desarrollan su ciclo de vida principalmente en los océanos (Aguayo y Esquivel-Macías, 1991). Los mamíferos marinos son un grupo que presenta diferentes modificaciones en la forma del cuerpo (delfines, ballenas, manatíes) y en su fisiología (lobos marinos, focas y nutrias), que les permiten desarrollar todas o gran parte de sus funciones primordiales (reproducción, alimentación y desplazamiento) en el medio acuático (Salinas-Zacarías y Ladrón de Guevara-Porras, 1993).

De los tres grupos, el que muestra mayor adaptación para la vida acuática es el grupo de los cetáceos, el cual incluye a ballenas, delfines, cachalotes, entre otros (Aguayo y Esquivel-Macías, 1991).

Los cetáceos tienen su origen a partir de un grupo de ungulados carnívoros primitivos, los archaeocetos, extintos actualmente. Los archaeocetos tenían la característica heterodoncia de los mamíferos terrestres. El origen se remonta a unos 60 millones de años atrás. Se cree que durante el Mioceno aparecieron por lo menos la mitad de los géneros actuales de los dos subórdenes existentes: Mysticeti y Odontoceti. Ambos grupos aparecen en el registro fósil hace unos 30 millones de años y aunque ahora es claro que esas formas derivaron de las antiguas ballenas (Archeocetos). Para entonces los odontocetos tenían ya características morfológicas avanzadas tales como: el cráneo telescopizado, dentadura homodonta y un mayor número de dientes que los euterios primitivos, así como la pérdida de las extremidades posteriores (Würsig *et al.*, 2000).

El suborden Odontoceti incluye a los delfines modernos de la familia Delphinidae y las otras familias de la superfamilia Delphinoidea; mismos que son relativamente más recientes que el resto de los odontocetos y provienen de los Kentriodontidos, durante el Mioceno, hace aproximadamente unos 25 millones de años. La familia Delphinidae es la más diversa de todos los cetáceos, contiene 16 géneros, de los cuales 13 habitan en aguas mexicanas (Aguayo y Esquivel-Macías, 1991).

Uno de los integrantes de la familia Delphinidae es el delfín de dientes rugosos, *Steno bredanensis*. En 1846, Gray creó el género *Steno* para situar a la especie; este género se encuentra dentro de la subfamilia Steninae en la familia Delphinidae (Miyazaki y Perrin, 1994). Dicho género es monotípico, la especie ha sido separada de los otros delfines por características morfológicas como son la forma tan peculiar de su rostro y sus dientes. En 1828, Lesson describió originalmente a la especie; *Steno bredanensis*, y desde entonces este animal ha sido un enigma para los cetólogos (Ellis, 1989). A este delfín se le conoce comúnmente con el nombre de delfín de dientes rugosos o esteno, el primer nombre se debe a que sus dientes presentan surcos, como rugosidades longitudinales (Miyazaki y Perrin, 1994).

**Descripción del delfín de dientes rugosos, *Steno bredanensis* (Lesson, 1828).**

El nombre científico del género deriva del griego *stenos-* estrecho, angosto, con relación al rostro estrecho que presenta esta especie (Martin, 1990; Leatherwood y Reeves, 1983), por otra parte también tiene relación con el nombre del naturalista danés Nicholas Steno (Miyazaki y Perrin, 1994; Martin, 1990; Tinker, 1988); el nombre específico dado por Lesson en 1828 fue con base en un dibujo hecho por Van Breda de un animal varado (Miyazaki y Perrin, 1994; Martin, 1990; Ellis, 1989; Leatherwood y Reeves, 1983).

**-Morfología Externa y Coloración.**

La longitud máxima informada para esta especie es de 2.8 metros (Jefferson *et al.*, 1994; Martin, 1990; Leatherwood y Reeves, 1983), aunque la mayoría de los especímenes se encuentran alrededor de los 2.4 metros y pesan cerca de 150 Kg (Martin, 1990; Ellis, 1989; Tinker, 1988). La longitud al nacer es de aproximadamente un metro (Miyazaki y Perrin, 1994).

La forma de la cabeza y el rostro es una de las características más distintivas de la especie. La inclinación del melón hacia el rostro es gradual y sin demarcación definida, además el rostro es estrecho, largo y lateralmente comprimido; debido a esta característica, la parte del cuerpo por delante de las aletas pectorales, da una apariencia cónica en vista dorsal y de perfil (Jefferson *et al.*, 1994; Miyazaki y Perrin, 1994; Martin, 1990; Ellis, 1989; Leatherwood y Reeves, 1983) (Fig. 1).

El cuerpo es hidrodinámico aunque robusto; las aletas pectorales son relativamente largas (1/7 de la longitud total), triangulares y redondeadas en la punta. La aleta dorsal es alta y falcada, de forma triangular, termina en punta dirigida hacia atrás y más erecta o prominente que las de los delfines de tamaño similar como las toninas (*Tursiops truncatus*). La aleta caudal es muy amplia (alcanza 1/4 de la longitud total), sus puntas son puntiagudas y dirigidas hacia atrás, exhibe una muesca profunda a la mitad entre ambos lóbulos (Miyazaki y Perrin, 1994; Jefferson *et al.*, 1994; Martin, 1990; Ellis, 1989; Tinker, 1988; Leatherwood y Reeves, 1983).

Aunque existen variantes en el patrón de coloración, estos delfines son predominantemente gris oscuro o gris azulado en el dorso, el pedúnculo y las aletas; los costados son de color gris más claro y contrasta con la parte oscura de la parte dorsal, particularmente en la parte media del pecho, donde a esa altura la franja dorsal es típicamente estrecha. El margen ventral de la banda oscura dorsal pasa sobre el ojo, formando un arco alto hacia la aleta dorsal, después de la cual se amplía drásticamente hacia abajo a la mitad del cuerpo. Cuando se les ve dorsalmente, la banda tiene una distintiva forma de "cuello" anterior a la aleta dorsal, la cual cuando se combina con la cabeza, que es ligeramente ahusada, y con el largo rostro resulta una característica diagnóstica. El respiráculo y la línea de los ojos son muy amplios y



**Fig. 1. *Steno bredanensis* en vida libre. En esta imagen se pueden apreciar algunas de las características morfológicas y de coloración típicas de la especie. Fotografía de Bernd Würsig.**



oscuros. Una característica muy particular en algunas poblaciones por lo menos, es que presentan la mandíbula y la zona de la garganta blancas; el borde bucal y una gran parte circundante también muestran esta coloración. En algunos animales viejos, esta coloración se extiende al límite inferior de la maxila y a la punta de la mandíbula; en estos animales, la coloración blanquecina se extiende en los costados hacia arriba del cuerpo en forma de manchas o rayas intermezcladas con pequeños puntos claros y oscuros dando una apariencia moteada. Es común ver en grandes ejemplares maduros cicatrices de color blancas y amarillas, provocadas por encuentros y peleas con calamares gigantes y tiburones. El vientre es de color blanco-rosado con manchas oscuras (Miyazaki y Perrin, 1994; Jefferson et al., 1994; Martin, 1990; Ellis, 1989; Tinker, 1988; Leatherwood y Reeves, 1983).

El cráneo de esta especie tiene características muy distintivas. La sínfisis mandibular es cerca de 1/3 de la longitud de la mandíbula, más que en cualquier otro delfín y el dentario tiene forma de "V". El rostro comprende cerca de 3/5 de la longitud del cráneo, es estrecho y profundo en sección transversa (Miyazaki y Perrin, 1994; Ellis, 1989).

Estos delfines presentan de 20 a 27 dientes por hilera, mismos que son más robustos y puntiagudos al compararlos con los de otros delfines, además de poseer rugosidades longitudinales (Martin, 1990; Ellis, 1989; Tinker, 1988; Leatherwood y Reeves, 1983). Miyazaki y Perrin (1994) señalan que los animales que describieron presentaban de 19 a 26 dientes en la maxila y de 19 a 28 en el dentario.

El número total de vértebras es de entre 65 y 66; la primera y la segunda vértebra cervicales están fusionadas. El número de huesos chevrones va de 21 a 22, el de costillas es de cuatro a cinco pares con dos cabezas y cinco pares que se unen al esternón, este último comprende cuatro partes (Tinker, 1988).

## Historia de Vida.

### -Biología y Conducta.

Son delfines que presentan un crecimiento rápido los primeros cinco años de vida, posteriormente se torna más lento hasta detenerse completamente cerca de los 16 años, al alcanzar la madurez física. Se estima que alcanzan una edad máxima de 32 años. En aguas japonesas los machos alcanzan la madurez sexual a los 14 años y 225 cm de longitud; la producción de esperma se realiza cuando los testículos pesan 175 g ó más. Las hembras alcanzan la madurez sexual a los 10 años aproximadamente y a los 210-220 cm; pueden ocurrir varias ovulaciones simultáneas (Miyazaki y Perrin, 1994).

Se sabe muy poco de los hábitos reproductivos de este delfín; sin embargo, se tiene documentado que una hembra de *Steno bredanensis* parió una cría híbrida producto del apareamiento con un macho de *Tursiops truncatus*, en 1971, en el parque

de Vida Marina de Honolulu, Hawaii (Dohl *et al.*, 1974).

A los delfines de dientes rugosos se les ve en vida libre en grupos de 10 a 20 individuos comúnmente, aunque se han registrado manadas de más de 100 animales. En aguas japonesas se han visto grupos de entre 23 y 53 delfines; en Hawaii se han visto grupos pequeños dispersos pero que forman parte de grandes manadas de cerca de 300 animales (Miyazaki y Perrin, 1994); en el caso particular del mar Mediterráneo, se han visto congregaciones de 160 delfines aproximadamente divididos en subgrupos de 20 delfines cada uno (Watkins *et al.*, 1987). A los estenos se les encuentra con frecuencia asociados a otros cetáceos como las ballenas piloto (*Globicephala* sp.), las toninas (*Tursiops truncatus*), los delfines moteados (*Stenella attenuata*) y los giradores (*Stenella longirostris*). Alcanzan gran velocidad en el nado y es común que lleven la punta del rostro y la cabeza sobre la superficie marina, con la aleta dorsal expuesta, como una conducta de vigía descrita como "surfing" (Miyazaki y Perrin, 1994; Jefferson *et al.*, 1994; Martin, 1990; Leatherwood y Reeves, 1983) (Fig. 2).

#### -Alimentación.

La alimentación de estos delfines en vida libre consta de peces incluyendo el mahi mahi o pez dorado (*Coriphaena hippurus*), calamares (*Loligo* sp.) y pulpos pelágicos (*Tremoctopus violaceus*) (Jefferson *et al.*, 1994; Miyazaki y Perrin, 1994; Martin, 1990; Tinker, 1988; Ellis, 1989; Leatherwood y Reeves, 1983).

#### -Nado y Buceo.

Esta especie es buena nadadora y puede alcanzar velocidades de 15 nudos ó más; sale a respirar cada ocho a 10 segundos cuando nadan activamente (Tinker, 1988). Los estenos han sido caracterizados como una especie principalmente buceadora; cuando son vistos en el mar, las manadas son muy difíciles de seguir, ya que pueden pasar hasta 15 minutos sumergidos (Miyazaki y Perrin, 1994; Ellis, 1989). Las características físicas que pueden parecer adaptaciones al buceo profundo incluyen un tórax y ojos grandes. Watkins *et al.* (1987) informaron que varios de estos delfines alcanzaron un hidrófono a 70 metros de profundidad (Miyazaki y Perrin, 1994).

#### -Distribución y Abundancia.

El delfín de dientes rugosos se distribuye en aguas tropicales, subtropicales y templadas de todo el mundo; su distribución, como en otros cetáceos pelágicos, es poco conocida. Actualmente se le conoce como probable habitante de la fauna permanente del Mediterráneo y no sólo como un visitante transitorio (Miyazaki y Perrin, 1994; Jefferson *et al.*, 1994; Klinowska y Cooke, 1991; Martin, 1990; Ellis, 1989; Watkins *et al.*, 1987; Leatherwood y Reeves, 1983).

A partir de avistamientos y varamientos se sugiere de forma general la distribución de esta especie, sin embargo, la distribución real se desconoce. En el

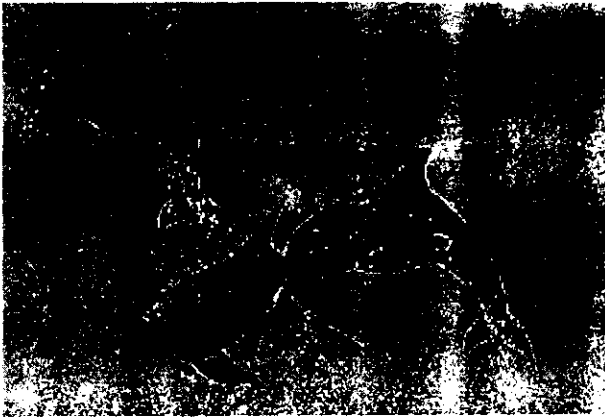


Fig. 2. Delfin de dientes rugosos (derecha) saltando junto a un par de toninas (*Tursiops truncatus*). Fotografía del Australian Picture Library.

Atlántico se tienen registros en Virginia, el Caribe y Golfo de México, al Oeste de la India, Brasil, de Francia a Senegal, y Tristán de Cunha, Holanda hacia la costa de Ivory, en el Mediterráneo. En el Pacífico, de California del Norte a Perú, del norte de Japón a Nueva Zelanda y Hawaii. En el Indopacífico: Sudáfrica, Aden, India, Sri Lanka, el archipiélago Indonesio, el norte de Australia, Polinesia, Mossel Bay, el Mar Rojo, la Bahía de Bengala. En 1961 se registró un varamiento masivo de 16 animales en la costa de Florida, siendo el primer registro de ejemplares completos de esta especie (Miyazaki y Perrin, 1994; Jefferson *et al.*, 1994; Klinowska y Cooke, 1991; Martin, 1990; Ellis, 1989; Tinker, 1988; Watkins *et al.*, 1987; Leatherwood y Reeves, 1983; Leatherwood *et al.*, 1982; Perrin y Walker, 1975; Richardson, 1973).

Se trata de una especie pelágica, de hábitos oceánicos, asociados a temperaturas superficiales de 25° C ó más, aunque algunos vagabundos se varan más allá de los 40° de latitud Norte (Martin, 1990; Tinker, 1988; Leatherwood y Reeves, 1983).

Wade y Gerrodette (1992, *en* Miyazaki y Perrin, 1994) estimaron una población de 151,100 estenos que habitan el Pacífico Tropical Este.

#### -Influencia Humana.

Ejemplares de esta especie han sido mantenidos en cautiverio en Hawaii, Japón y Francia, con la finalidad de exhibirlos en espectáculos públicos, y para realizar experimentos de laboratorio y en vida libre (Miyazaki y Perrin, 1994; Martin, 1990; Leatherwood y Reeves, 1983).

Pocos animales son cazados con arpón o mediante pesquerías dirigidas para alimento en Japón y en las pesquerías de pequeños cetáceos en San Vicente, las Antillas Menores, el Oeste de África, Santa Helena en el Atlántico Sur y Sri Lanka (Jefferson *et al.*, 1994; Miyazaki y Perrin, 1994; Martin, 1990; Leatherwood y Reeves, 1983). Por otra parte, también es bajo el número de delfines capturados incidentalmente en la pesca de atún de aleta amarilla y con redes agalleras, principalmente en el Pacífico Este Tropical (Miyazaki y Perrin, 1994; Martin, 1990; Leatherwood y Reeves, 1983).

#### **El Cráneo de los Cetáceos.**

El cráneo de los mamíferos constituye una unidad anatómica de gran importancia ya que aloja al cerebro, el cerebelo y cuatro de los sentidos que en los mamíferos están bien desarrollados, con sus respectivos receptores: la vista, el oído, el olfato y el gusto. En función de los requerimientos de cada orden, el cráneo de los mamíferos, a través del tiempo, ha sufrido una serie importante de modificaciones en respuesta adaptativa a su ambiente y a las especializaciones de los sentidos, así como al incremento de masa y modificaciones de forma del cerebro. De este modo, esta estructura resulta diagnóstica para este grupo (De Blase y Martin, 1974).

Como en cada grupo de mamíferos, el cráneo de los cetáceos posee características importantes como respuesta adaptativa al medio acuático. La más evidente tal vez, es la telescopización, fenómeno entendido como una transformación evolutiva del cráneo que altera las relaciones y proporciones de los elementos óseos de como se conocen en un mamífero terrestre (Esquivel-Macías, 1989).

Este fenómeno comprende una elongación de la región anteorbital y un incremento de la bóveda craneal. Los pasajes nasales tienen una orientación vertical. Los nasales de los cetáceos son pequeños vestigios en el ápice dorsal del cráneo; estos se mantienen posterodorsalmente a la apertura nasal. El paladar, formado por la premaxila, maxila, vómer, palatinos y pterigoides, es la base del rostro, pero no es el piso de los conductos nasales. La mandíbula consiste de un par de ramas casi rectas, llamadas dentarios (Romel, 1990).

El cráneo típico de los odontocetos es asimétrico bilateralmente. Los odontocetos son los únicos mamíferos, vivos o extintos, en los cuales la asimetría craneal es condición normal. Esto es principalmente un fenómeno superficial sobre el aspecto dorsal del cráneo (Romel, 1990) (Fig. 3).

### **El Cráneo de los Delfínidos.**

En los delfines la cara externa del hueso pterigoides es de menor tamaño que, por ejemplo, en las familias Ziphiidae y Kogiidae donde el mismo hueso supera en tamaño a la base del cráneo. Los dientes se conservan en números elevados, desde siete como en *Grampus griseus*, hasta 60 por rama como en *Stenella longirostris*. Los dientes por lo general siempre están presentes tanto en maxila como premaxila y dentario. El rostro siempre es alargado y esbelto pero no tanto como en las familias Iniidae, Platanistidae, Pontoporidae y Lipotidae. Para la subfamilia Delphininae (Barnes *et al.*, 1985) se puede decir que el hueso aliesfenoides no se encuentra cubierto por el pterigoides. Existe una reduplicación o doble pared en este último hueso que se encuentra desarrollada para formar senos aéreos asociados al oído medio. Los intermaxilares no se extienden demasiado adelante del maxilar, como sucede con algunos ancestros fósiles tales como los de la subfamilia Eurinodelphininae. Otra subfamilia fósil, la de los Stenodelphininae tienen el hueso aliesfenoides cubierto por el hueso pterigoides tanto interna como externamente (Esquivel-Macías, 1989).

### **Dimorfismo Sexual en Cetáceos.**

El dimorfismo sexual en la morfología animal es de gran interés biológico; la significancia evolutiva de este fenómeno actualmente se debate. Varias hipótesis han surgido en cuanto a las causas y la significancia del dimorfismo sexual. Estas incluyen a la selección sexual, la utilización diferencial de nicho, presiones bioenergéticas, presiones de depredación, sistemas de apareamiento así como varias combinaciones de estos factores (Douglas *et al.*, 1986).



Fig. 3. Cráneo completo de un ejemplar de delfín de dientes rugosos, *Steno bredanensis*, perteneciente a la Colección Nacional de Mamíferos del IBUNAM (No. 38400).

Las variaciones que se pueden presentar en una población pueden ser geográficas y no geográficas y se manifiestan de diversas formas, cada una generada por distintos procesos evolutivos (Torre-Cosío, 1995). El dimorfismo sexual es una variación no geográfica en una población. El grado de dimorfismo sexual en odontocetos varía del caso extremo visto en los cachalotes a las diferencias tenues y poco perceptibles encontradas en algunos delfines de tamaño mediano y pequeño. (Torre-Cosío, 1995; Hersh *et al.*, 1990).

En los Odontocetos el dimorfismo sexual se manifiesta de varias formas: 1) en el desarrollo de los dientes; 2) en los patrones de coloración; 3) en la variación del tamaño de características morfológicas externas como la forma del melón, la aleta dorsal, las aletas pectorales, la aleta y el pedúnculo caudal, entre otras (Torre-Cosío, 1995).

Dentro de las formas para establecer y cuantificar el dimorfismo sexual se encuentran diversas técnicas morfométricas (Torre-Cosío, 1995); la morfometría, definida por Rohlf (1990 en Santos-Moreno y Hortalano-Moncada, 1997), es la descripción cuantitativa, el análisis y la interpretación del tamaño y la forma en biología.

### **Crecimiento.**

El crecimiento se identifica con el incremento de una dimensión física "N" (longitud, masa, etc.) de un organismo con respecto al tiempo "t" y que generalmente se considera que es proporcional a una función de la dimensión física misma (Gershenowies, 2000).

Una característica del crecimiento es que su ritmo máximo se encuentra en los organismos más jóvenes y tiende a disminuir progresivamente conforme alcanza la talla adulta. L. Von Bertalanffy consideró que todo organismo posee un ritmo de crecimiento potencialmente intrínseco, el cual está limitado por una serie de factores que se presentan durante el proceso, los cuales determinan el límite. Estos factores limitantes no están del todo claros, pero Bertalanffy sugirió que la disminución del ritmo de crecimiento se debe a una discrepancia entre el incremento de la superficie y del volumen, por lo que el límite sería la relación volumen-superficie donde tuviera la máxima eficiencia el patrón morfofuncional. Así, a medida que el organismo alcanza el tamaño límite, el ritmo de crecimiento disminuye hasta detenerse. La ecuación que describe el crecimiento de esta forma es:  $N = A - (A - N_0)e^{-kt}$  (Gershenowies, 2000).

### **Crecimiento Alométrico e Isométrico en Odontocetos.**

El crecimiento alométrico, al igual que el dimorfismo sexual, representa otro tipo de variación no geográfica, y se refiere al cambio de forma o de proporción en características corporales durante el desarrollo de un individuo. Entre los diversos grupos animales existen diferencias en tamaño y forma. Además, se ha visto que

determinadas estructuras óseas están presentes en ciertos tipos y ausentes en otros (como los huesos del cráneo). Las variaciones de talla y forma están ligadas al tiempo. Debido a que la forma cambia con la talla a medida que pasa el tiempo, se puede suponer que existe alguna correlación entre ambas. Las diferencias en forma han aparecido frecuentemente como diferencias de proporciones; por razones fisiológicas, se puede prever que las proporciones (o la forma) de los animales de gran tamaño difieren de los de tamaño pequeño. Esto implica que debe haber ciertos ajustes compensatorios para regular la variación entre la superficie y el volumen de un organismo (Pirlot, 1976).

Comúnmente se emplean dos fórmulas matemáticas para describir las diferencias o los cambios de proporción. Ambas son simplificaciones de la ecuación  $Y = ax^k + b$ . Para su empleo se parte del supuesto de que en etapas sucesivas de crecimiento (desde el punto de vista ontogénico) o niveles de tamaño diferentes (desde el punto de vista filogenético), la relación de crecimiento de la primera dimensión con respecto a ella misma,  $dy/y$ , se conserva proporcional a la relación entre el crecimiento de la segunda dimensión con ésta,  $dx/x$ . Es decir, la relación entre las dos tasas de crecimiento relativo es constante, o sea  $(dy/y)/(dx/x) = K$  o mejor  $dy/dt \cdot 1/y = K \cdot dx/dt \cdot 1/x$  introduciendo el tiempo  $dt$ . En ésta fórmula la relación está representada por  $K$ . De esta forma, cada vez que  $dy/y = dx/x$  y que  $K=1$ , la fórmula se convierte en  $Y = ax + b$ , es decir, que existe una relación lineal entre las variables. Si  $dy/y$  no es igual a  $dx/x$  y  $K$  no es igual a 1, ésta última constante adquiere un sentido biológico muy importante. Cuando  $K > 1$ , la dimensión "Y" aumenta a un ritmo más rápido que "X"; cuando  $0 < K < 1$ , al contrario, "X" crece a un ritmo más rápido que "Y" aunque los dos aumenten conjuntamente; cuando  $K < 0$ , "Y" decrece cuando "X" aumenta. Debido a la dificultad de calcular las tres constantes,  $a$ ,  $k$  y  $b$ , la ecuación general se reduce ordinariamente a  $Y = ax^k$ , lo que es suficiente para describir la mayor parte de los fenómenos biológicos y solamente incluye dos constantes. Cuando  $K$  no es igual a 1, el término alometría se emplea para describir tales relaciones. Cuando  $K$  difiere muy poco del valor 1 los cambios alométricos pueden describirse con una exactitud prácticamente suficiente para las dos ecuaciones antes mencionadas (Pirlot, 1976).

En la ontogenia se observan casos importantes de alometría. Cada vez que la tasa de crecimiento de un órgano es diferente de la tasa de crecimiento del cuerpo, pero la relación entre las dos es constante ( $K$ ), la relación toma la forma  $Y = ax^k$ , y se dice entonces que se está en presencia de un caso de heterogonía (+ -). Entonces se llama a  $K$  la tasa constante de crecimiento diferencial o coeficiente de heterogonía. Si las dos tasas de crecimiento fueran iguales se hablaría de isogonía (isometría) (Pirlot, 1976).

Si en un organismo las medidas del esqueleto son usadas como caracteres taxonómicos, debemos conocer como se modifican estas durante el desarrollo. El uso práctico del cráneo en el análisis de patrones de crecimiento es expresar medidas no sólo absolutamente, sino también como porcentajes de una dimensión dada del cráneo. Es tradicional expresar medidas como porcentajes de la longitud condilobasal, pero



como varios componentes funcionales del cráneo son abarcados en esta medición, el patrón de incremento debe estar necesariamente en el complejo mismo. Fraser y Noble (1968, *en* Perrin, 1975), utilizaron por primera vez la amplitud parietal como una base comparativa y los llevó a obtener resultados más satisfactorios que con el uso de la longitud condilobasal (Perrin, 1975).

### **Determinación de Edad en Odontocetos.**

En casi todos los trabajos de investigación concernientes a la biología general de los animales, el conocimiento de su edad es esencial. Esto es particularmente importante para especies de interés comercial, como ballenas y focas, ya que las poblaciones de estos mamíferos pueden ser fácilmente sobreexplotadas sin importar que integrantes de la población se capturen, poniendo así en peligro el futuro de esos organismos. Aunque existen otros métodos, la principal forma de evaluar la explotación de los "stocks", se basa en el conocimiento de la edad. Estudios de estimación de edad en ballenas y focas, han constituido una parte esencial del trabajo biológico sobre mamíferos marinos durante las últimas tres o cuatro décadas (Jonsgård, 1969).

Una estimación confiable de edad es esencial para determinar la tasa de crecimiento, así como para vislumbrar otros aspectos vitales de la historia de vida de una especie (Bryden, 1986).

El desarrollo histórico del uso de estructuras estratificadas en tejido duro, para determinación de edad en mamíferos es común, aunque se discute sobre la estructura de la dentina, cemento, hueso periosteo y los patrones de crecimiento en aquellos tejidos que conllevan a la estratificación; el patrón es una alternancia de tejido opaco y translúcido, en donde las bandas translúcidas son altamente calcificadas, más que las opacas (Klevezal' y Kleinenberg, 1967).

Los mamíferos marinos presentan patrones muy diversos de estratificación de dentina y cemento en los dientes, probablemente por la diferencia de estacionalidad en sus ambientes (Klevezal' y Kleinenberg, 1967). El método que más se ha adoptado para la estimación de edad en odontocetos es el exámen y el conteo de capas o bandas en los dientes (Bryden, 1986; Nielsen, 1972). A partir del trabajo pionero de Scheffer (1950, *en* Hohn, 1990), describe capas anuales de crecimiento en dientes de lobos finos y demuestra su valor para estudios poblacionales, llevó a buscar estructuras similares en dientes de delfines.

Los dientes de los cetáceos presentan patrones complejos de bandas o grupos de capas de crecimiento (Growth Layer Groups-GLG's, terminología de Perrin y Myrick, 1981, *en* Hohn, 1990), las cuales son similares cada una en detalle. El grupo de capas de crecimiento se asume representa la deposición durante un periodo de un año o alguna otra constante de unidad de tiempo (Myrick y Cornell, 1990).

## ANTECEDENTES

### -Dimorfismo Sexual.

En la literatura encontramos diversos trabajos en los que la intención es saber si existen o no diferencias entre poblaciones de delfines de la misma especie en distintas áreas geográficas, sin embargo, para poder determinar esto es necesario primero conocer varios aspectos sobre la biología de la especie en cuestión, y entre esos parámetros se encuentra la determinación de la variación sexual (Douglas *et al.*, 1986).

En el caso de los odontocetos, el dimorfismo sexual se presenta tanto en caracteres morfológicos externos como en internos y patrones de coloración. Respecto a los primeros existen trabajos tales como los de Miyazaki y Perrin (1994); Amano y Miyazaki (1993); Nolasco-Pérez (1992); Hersh *et al.* (1990); Jefferson (1990); Perrin *et al.* (1991); Best (1988); Goodall *et al.* (1988a, 1988b); Slooten y Dawson, (1988); Walker *et al.* (1986); Leatherwood y Reeves (1983); Perrin (1975); Morejohn *et al.* (1973); Perrin (1972); en los que con base a diferencias en los patrones de coloración, en el tamaño del melón, de la aleta dorsal, de la aleta y pedúnculo caudal y de las aletas pectorales, entre otros, se determinó el sexo.

Por otra parte, de entre los caracteres internos, el cráneo, además de ser diagnóstico para la Clase Mammalia, es una estructura que nos brinda mucha información sobre el organismo y la especie a la que pertenece. Por esto, para la determinación de variaciones intra e interespecíficas, geográficas o no, sexuales, etc., el cráneo resulta ser una herramienta fundamental, muestra de ello son los trabajos que de esta naturaleza se han llevado al cabo, en particular con Odontocetos (Douglas *et al.*, 1986, 1984).

Douglas *et al.* (1984) realizaron una diferenciación en delfines moteados (*Stenella attenuata*) costeros y oceánicos en el Océano Pacífico Tropical Este, analizando la morfometría craneal distinguiendo primero entre sexos para continuar con su análisis.

Douglas *et al.* (1992; 1986) analizaron la variación geográfica y el dimorfismo sexual de los delfines tornillo (*S. longirostris*) del Océano Pacífico Tropical Este, en la morfología craneal encontraron diferencias significativas en 13 de los 36 caracteres estudiados para dimorfismo sexual y 30 de los 36 para la variación geográfica en su primer estudio, en el segundo encontraron variación en 15 de los 30 caracteres medidos para dimorfismo sexual y para la variación geográfica incluyeron un análisis de variación morfológico-ambiental encontrando diferencias importantes.

Perrin *et al.* (1994) reexaminaron la variación geográfica en la morfología craneal del delfín moteado pantropical, *S. attenuata*, en el Pacífico Este y encontraron dimorfismo sexual en 22 de los 30 caracteres morfológicos medidos.

Hersh y Duffield (1990) y Hersh *et al.* (1990) utilizaron medidas externas y del cráneo para evaluar el dimorfismo sexual en *Tursiops truncatus*.

Perrin (1975) en su trabajo de variación de los delfines moteados y tornillo (Género *Stenella*) en el Pacífico Tropical Este y Hawaii determinó, entre otras cosas, el dimorfismo sexual para cada especie con base en la comparación de características morfológicas externas e internas.

Walker *et al.* (1986) determinaron la variación geográfica y la biología del delfín de costados blancos del Pacífico, *Lagenorhynchus obliquidens*, en el Pacífico Noreste, evaluando caracteres externos e internos como la determinación de edad, reproducción, coloración, hábitos alimenticios, parasitismo y enfermedades.

Van Waerebeek (1993) analiza la variación geográfica y el dimorfismo sexual en cráneos del delfín oscuro, *Lagenorhynchus obscurus*, determinando la madurez craneal y tomando en cuenta caracteres no métricos, encontrando diferencias altamente significativas entre machos y hembras en las distintas medidas de longitud del rostro y en la longitud de la fosa temporal.

### **-Alometría**

De los dos tipos de crecimiento alométrico, en Odontocetos se han documentado estudios de varias especies, tales como el de Amano y Miyazaki (1993) en el que informan, para *Phocoenoides dalli*, crecimiento alométrico negativo en algunas características morfológicas externas como las aletas pectorales y de los lóbulos caudales. Amano y Miyazaki (1993) hacen mención que la envergadura de los lóbulos caudales de *Phocoena phocoena*, *Globicephala melas*, *Stenella attenuata*, *Platanista gangetica* y *Pontoporia blainvillei* presentan crecimiento alométrico negativo o isométrico, aunque sin especificar que especie presenta que tipo de crecimiento. Amano y Miyazaki (1993) en *Phocoenoides dalli* y *Physeter macrocephalus*, informan que estas especies presentan un crecimiento alométrico positivo en la envergadura de los lóbulos caudales.

Clark y Odell (1999) en su trabajo de relaciones alométricas y dimorfismo sexual en orcas, encontraron un crecimiento lineal de los bordes anterior y posterior de las aletas pectorales en las hembras y que en los machos se modificaba cuando éstos alcanzaban los 440-445 cm de longitud total; la amplitud de la aleta caudal en relación a la longitud total fue igual para ambos sexos.

### **-Edad.**

En un artículo sobre determinación de edad de mamíferos, basado en las bandas de crecimiento de dentina y cemento, en secciones longitudinales y transversales de dientes caninos del elefante marino del sur, *Mirounga leonina*, se pensó que dicho método de determinación de edad debía ser aplicado en Odontocetos.

Un diente de cachalote, *Physeter macrocephalus*, mostró grupos de anillos al ser seccionado, y el diente desgastado de otro delfín examinados *in situ* por Laws en especímenes de museo presentaban anillos diferenciales de dentina (Laws, 1953, en Jonsgård, 1969).

Nishiwaki y Yagi (1954) realizaron un trabajo de determinación de edad en Odontocetos basándose en la estructura bandeada de la dentina en dientes del delfín listado, *Stenella coeruleoalba*; señalaron que la especie era monofiodonta y que el patrón de bandeado de dentina era similar en dientes de diferentes secciones del rostro salvo aquellos de la punta del rostro.

Omura *et al.* (1955, en Jonsgård, 1969) reportaron que una banda de cemento se formaba anualmente en los dientes de la ballena picuda de Baird, *Berardius bairdi*, y pensaron en la posibilidad de determinar su edad basándose en ello.

Nishiwaki *et al.* (1958, en Jonsgård, 1969) estudiaron las bandas de crecimiento en dientes de 130 cachalotes y demostraron que las capas de crecimiento de dentina y cemento se presentaban en igual número, que las capas de cemento eran oscuras y no útiles para la determinación de la edad. También encontraron que las capas de dentina eran iguales en número en dientes de la maxila y el dentario.

Sergeant (1959, en Jonsgård, 1969) describió la determinación de edad sobre los dientes de algunas especies pequeñas de Odontocetos. Pudo corroborar que lo encontrado por Nishiwaki y Yagi (1954) también se aplicaba para *Tursiops truncatus*. Encontró una línea clara neonatal vista entre la dentina pre y post-natal, y por otro lado vio que las bandas de crecimiento en la dentina post-natal eran regulares y que cada banda consistía de una zona ancha opaca y una estrecha clara. Sergeant en ese mismo trabajo, también estudió muestras de 600 ejemplares de *Globicephala melas* y encontró que éstas presentaban muchas más estructuras y secuencias de bandas de crecimiento de dentina que las de *Tursiops truncatus*.

Klevezal' y Kleinenberg (1967) utilizaron un método basado en la descalcificación para determinar la edad de mamíferos; realizaron cortes con criotomo para obtener secciones de dientes que habían marcado con hematoxilina y nitrato de plata. Indicaron que las estructuras bandeadas en tejido duro para determinar la edad en mamíferos, eran un conjunto de capas de tejido opaco y translúcido alternadas y que las bandas translúcidas son las más calcificadas.

Rebach y Cornell (1968) propusieron un método simple para preparar dientes de toninas y determinar su edad, mediante la obtención de secciones delgadas longitudinales de los dientes por medio de cortes realizados con una sierra y polvo de diamante, y pulidas con lijas de granos de carbón, de varios tamaños de grano, húmedas, obteniendo secciones de 100 $\mu$  de grosor aproximadamente, translúcidas, sin duda un método eficaz y rápido.

A raíz de estos trabajos ha surgido un gran interés por parte de muchos investigadores para aplicar los métodos de determinación de edad en diferentes especies de odontocetos, y relacionarla con diversos factores de la biología de cada especie, como los trabajos de Fernández y Hohn (1998), Calzada *et al.* (1994), Kasuya y Matsui (1984), Noldus y De Klerk (1984), Hohn (1980), Kasuya (1977, 1972), Christensen (1973), Nielsen (1972); además de algunos trabajos como los de Myrick y Cornell (1990) y Myrick *et al.* (1984) en los que además de determinar la edad tratan de calibrar las bandas dentales de animales cautivos mediante un marcaje de los dientes con tetraciclina y extracción de los mismos; Hohn *et al.* (1989) y Goren *et al.* (1987) analizaron las bandas de crecimiento en dientes de animales de edad conocida.

### **-Estudios Morfométricos de Cetáceos en México**

En nuestro país existen trabajos sobre aspectos taxonómicos, biológicos, de variación geográfica y de craneometría de algunas especies de odontocetos entre los que encontramos los siguientes:

Egido-Villareal (1989), analiza algunos aspectos biológicos de dos grupos de calderones, *Globicephala machrorhynchus*, varados en costas mexicanas, incluye características del cráneo de esta especie y dimorfismo sexual en caracteres de morfología externa.

Esquivel-Macias (1989) realizó una descripción del cráneo de la estenela moteada costera (*Stenella attenuata graffmani* Lönnberg, 1934), en la que evaluó un total de 40 medidas craneales para determinar el dimorfismo sexual y la variación geográfica, entre otros.

Nolasco-Pérez (1992) basándose en aspectos taxonómicos del delfín común (*Delphinus delphis*), analiza una distribución de poblaciones en el Pacífico Nor-oriental mexicano para lo cual determinó el dimorfismo sexual de los especímenes que estudió y poder discriminar entre poblaciones de distintas zonas geográficas.

Vidal-Hernández (1993) en relación con las dimensiones craneales de toninas (*Tursiops truncatus*), en el mar de Cortés, México, determinó la variación geográfica de esta especie en esa zona.

Peralta-Pérez (1994) trabajó con cráneos de vaquita, *Phocoena sinus*, para estudiar la variación morfométrica con respecto a la edad y sexo de los mismos, haciendo una descripción de la dentición de esta especie, y determinó el crecimiento alométrico que presentaban.

Torre-Cosío (1995) describe el esqueleto de *Phocoena sinus* y analiza la existencia de dimorfismo sexual y el tipo de crecimiento alométrico en el cráneo de esta especie.

Delgado-Estrella y López-Hernández (1999) reportan las características craneométricas de ejemplares de toninas, *Tursiops truncatus*, obtenidas de varamientos ocurridos en la costa sureste del Golfo de México, entre las que incluyen la determinación de edad y el dimorfismo sexual de esta especie.

#### **-Antecedentes sobre el Delfín de Dientes Rugosos, *Steno bredanensis*.**

En la literatura son escasos los estudios que existen sobre esta especie y la mayoría se derivan de avistamientos fortuitos o varamientos y sirven para confirmar o determinar la presencia de este delfín en un área geográfica determinada (Ellis, 1989; Schmidly, 1981; Perrin y Walker, 1975; Richardson, 1973). Watkins *et al.* (1987) además de comprobar la existencia permanente de esta especie en el mar Mediterráneo realizaron un estudio en el que registraban la capacidad de buceo de los estenos al registrar la producción de sonidos con hidrófonos a distintas profundidades, y obtuvieron como mayor profundidad los 70 metros, confirmando así la gran capacidad buceadora de estos delfines, y que hasta entonces había sido registrada como máxima 30 metros.

Norris y Pryor (1970) propusieron un método de marcaje para pequeños cetáceos, utilizando a dos delfines de dientes rugosos y un delfín moteado, las marcas eran puestas en las aletas dorsales de los delfines y servirían para tratar de dar seguimiento a las observaciones hechas en el futuro.

Lodi (1992) reportó la presencia de la conducta de asistencia a animales enfermos, muertos o recién nacidos, de esta especie, en vida libre en las costas de Brasil.

Ferrero *et al.* (1994) registraron dos varamientos de estos delfines en las costas de Oregon y Washington, E.U.A., haciendo mención que tanto estos sucesos como los de avistamientos de esta especie son raros en esta zona. Orr (1951, *en* Ferrero *et al.*, 1994) reportó un cráneo intemperizado de *Steno bredanensis* encontrado en el Condado de Marin, California, y Balcomb (1980, *en* Ferrero *et al.*, 1994) vio a una hembra varada en la costa de Washington en 1980.

Miyazaki y Perrin (1994) realizaron un trabajo muy interesante de descripción de la especie basándose en especímenes obtenidos en aguas japonesas, informando algunos aspectos esenciales de la biología de este delfín analizando caracteres externos e internos de una muestra de 176 animales. Miyazaki (1980a *en* Miyazaki y Perrin, 1994) determina la edad y el crecimiento del delfín de dientes rugosos, *Steno bredanensis*, en las costas de Japón.

Smeenk *et al.* (1995) hicieron algunas observaciones sobre la conducta de este delfín en vida libre, producto de una expedición en aguas Mauritanas, en junio de 1988.

Mullin *et al.* (1994) registraron cuatro delfines de dientes rugosos vistos en la

parte Norte del Golfo de México, en donde se alcanzan profundidades de hasta 1,000 metros aproximadamente.

Sobre el delfín de dientes rugosos la existencia de trabajos realizados en nuestro país es prácticamente nula.

Vidal (1991) dentro de su trabajo de catalogación de mamíferos de México en colecciones científicas del país, menciona la presencia de dos cráneos de estenos varados en la Bahía de La Paz, B.C.S. y que se encuentran en la colección científica del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB).

Delgado-Estrella (1994) registra por primera vez a estenos muy cerca de la costa en Tabasco.

Sánchez-Ríos *et al.* (1996) registran por primera vez un varamiento masivo de estenos en la costa de Campeche, México. De los ejemplares obtenidos de ese varamiento, Peralta-Pérez *et al.* (1996) hacen un trabajo de craneometría, aunque muy somero.

Delgado-Estrella y López-Hernández (1997) observaron en vida libre a estos delfines en la costa de Tabasco en cuatro ocasiones y en aguas someras cerca de la costa, más o menos por la misma zona; en uno de estos avistamientos se les vio asociados a toninas, comunes en esa área (López-Hernández, 1997), en actividad de alimentación. Además se obtuvieron algunas fotografías de los animales (López-Hernández y Delgado-Estrella, 2000).

Jefferson *et al.* (1992 en Delgado-Estrella, 1994) registran un avistamiento de un grupo de estenos en la parte sur del Golfo de México, al norte de la península de Yucatán.

Antochiw-Alonzo y Membrillo-Venegas (2000) registran el varamiento de un ejemplar vivo en la costa de Yucatán, se trataba de un ejemplar macho juvenil de 209 cm de longitud y aproximadamente 110 kg de peso, con síntomas de estrés y de una infección respiratoria grave, así como diversas excoriaciones en la piel; el ejemplar murió después de 11 días de tratamiento para su posible rehabilitación y regreso al mar.

Delgado-Estrella *et al.* (En preparación) discuten las posibles causas de muerte de este mismo ejemplar.

Dada la falta de estudios para un mejor conocimiento de esta especie, surge la intención de realizar el presente trabajo con los siguientes objetivos.

## OBJETIVOS

### Objetivo Particular:

Determinar las clases de edad y el tipo de crecimiento alométrico en cráneos de delfín de dientes rugosos, *Steno bredanensis*, de un varamiento ocurrido en diciembre de 1995 en Punta Cambalám, Campeche, México y que pertenecen a la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la UNAM, mediante morfometría y merística.

### Objetivos Específicos:

-Conocer el tipo de crecimiento alométrico que presenten las distintas estructuras craneales y la relación que guardan entre ellas.

-Determinar las clases de edad de los cráneos de *Steno bredanensis* conforme el método de lectura de las capas de crecimiento de dentina en dientes.

-Con base en las clases de edad observar la variación en el crecimiento de la Longitud Condilobasal.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se tomaron 50 medidas y se hizo un conteo del Número Total de Dientes en 23 cráneos de *Steno bredanensis*, de animales que se vararon en Punta Cambalám, Campeche y que pertenecen a la Colección Nacional de Mamíferos del IBUNAM (Tabla 1). El total de medidas resultó de la combinación de las propuestas por Vidal-Hernández (1993), Hersh y Duffield (1990), Hohn *et al.* (1989), Schnell *et al.* (1985), Douglas *et al.* (1984) y Perrin (1975) y en sus respectivos trabajos.

Las medidas fueron tomadas con bernier, regla y escuadra de plástico y aluminio (precisión en mm), en línea recta entre los puntos de interés (Hersh y Duffield, 1990; Perrin, 1975) (Fig. 4a-b).

Las medidas y el conteo de dientes fueron anotados en hojas de registro con el formato pertinente para llevar un control de los datos.

Posteriormente se procedió a extraer un diente de la parte media del dentario de cada uno de los cráneos, todos del lado izquierdo (Perrin, 1975) para la determinación de las clases de edad de cada ejemplar basándose en las capas de dentina.

Cada diente fue devastado en sección longitudinal con lijas de agua de grosores de mayor a menor para obtener laminillas de entre 500 y 800 $\mu$  de grosor; con la lija más fina se pulieron las laminillas cuando se obtuvo el grosor adecuado.



## OBJETIVOS

### Objetivo Particular:

Determinar las clases de edad y el tipo de crecimiento alométrico en cráneos de delfín de dientes rugosos, *Steno bredanensis*, de un varamiento ocurrido en diciembre de 1995 en Punta Cambalám, Campeche, México y que pertenecen a la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la UNAM, mediante morfometría y merística.

### Objetivos Específicos:

-Conocer el tipo de crecimiento alométrico que presenten las distintas estructuras craneales y la relación que guardan entre ellas.

-Determinar las clases de edad de los cráneos de *Steno bredanensis* conforme el método de lectura de las capas de crecimiento de dentina en dientes.

-Con base en las clases de edad observar la variación en el crecimiento de la Longitud Conditobasal.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se tomaron 50 medidas y se hizo un conteo del Número Total de Dientes en 23 cráneos de *Steno bredanensis*, de animales que se vararon en Punta Cambalám, Campeche y que pertenecen a la Colección Nacional de Mamíferos del IBUNAM (Tabla 1). El total de medidas resultó de la combinación de las propuestas por Vidal-Hernández (1993), Hersh y Duffield (1990), Hohn *et al.* (1989), Schnell *et al.* (1985), Douglas *et al.* (1984) y Perrin (1975) y en sus respectivos trabajos.

Las medidas fueron tomadas con bernier, regla y escuadra de plástico y aluminio (precisión en mm), en línea recta entre los puntos de interés (Hersh y Duffield, 1990; Perrin, 1975) (Fig. 4a-b).

Las medidas y el conteo de dientes fueron anotados en hojas de registro con el formato pertinente para llevar un control de los datos.

Posteriormente se procedió a extraer un diente de la parte media del dentario de cada uno de los cráneos, todos del lado izquierdo (Perrin, 1975) para la determinación de las clases de edad de cada ejemplar basándose en las capas de dentina.

Cada diente fue devastado en sección longitudinal con lijas de agua de grosores de mayor a menor para obtener laminillas de entre 500 y 800 $\mu$  de grosor; con la lija más fina se pulieron las laminillas cuando se obtuvo el grosor adecuado.

Posteriormente, las laminillas se descalcificaron con ácido nítrico al 10% hasta presentar cierta maleabilidad y textura plástica. Una vez así, se mantuvieron en alcohol al 40% y fueron examinadas con microscopio estereoscópico (de 8X a 20X). Para el conteo de bandas de crecimiento de dentina, dicho conteo se realizó por tres personas más para una mayor eficiencia (Delgado-Estrella y López-Hernández, 1999).

Las medidas obtenidas se transformaron logarítmicamente ( $\ln$ ) y se correspondió cada una de ellas con la Long. Condilobasal para hacer regresiones lineales y obtener el coeficiente de correlación  $\textcircled{r}$ , la pendiente ( $m$ ) y la ordenada en el origen ( $b$ ). De esta forma, se procedió a aplicar el modelo de crecimiento alométrico ( $Y = bX^m$ ) en cada variable sustituyendo en la ecuación los valores correspondientes ( $m$  y  $b$ ).

A las variables que presentaron un valor de  $r$  bajo, se les aplicó una prueba de "t" de student para coeficientes de correlación y verificar si de verdad no existía correlación entre aquellas variables y la Long. Condilobasal (LCB).

Para evaluar el crecimiento de los cráneos en base a la Long. Condilobasal se aplicó el modelo de crecimiento de von Bertalanffy relacionando esta medida con las Capas de Crecimiento de Dentina (CCD); para lo cual se debieron obtener las variables  $A$  ( $L_{\text{máx.}}$ ),  $B$  ( $L_{\text{mín.}}$ ) y  $m$  (pendiente) para desarrollar el modelo:

$$Y = L_{\text{máx.}} - (L_{\text{máx.}} - L_{\text{mín.}})e^{-mt} = A - (A-B)e^{-mt}$$

Donde:  $Y$  = Long. teórica de los cráneos a la edad "X".  
 $L_{\text{máx.}}$  = Long. teórica máxima.  
 $L_{\text{mín.}}$  = Long. mínima teórica.  
 $e$  = Inverso de logaritmo natural.  
 $m$  = pendiente.  
 $t$  = tiempo (edad).

Lo anterior se logró realizando regresiones lineales del tipo:  $X = t$  (Capas de Crecim. Dentina, CCD),  $Y = \ln(L_{\text{máx.}} - Y)$ ; en esta caso  $L_{\text{máx.}}$  Se determinó eligiendo a aquel valor que en estas regresiones presentara el coeficiente de correlación mas alto y se encontró entre longitudes por arriba de la longitud condilobasal mas alta registrada entre los cráneos (de 1 en 1). El valor de  $B(L_{\text{mín.}})$  se obtuvo de la diferencia de  $A-B:b$  (ordenada) =  $A-B$  -----  $B = A-b$ , sustituyendo así, los valores en la ecuación de crecimiento.

**TABLA 1. Medidas craneales utilizadas en el análisis (Tomadas de Perrin, 1975; Schnell et al., 1985; Douglas et al., 1984; Hersh y Duffield, 1990 y Vidal-Hernández, 1993).**

- 1.- Longitud Condilobasal (LCB).
- 2.- Longitud del rostro (LR).
- 3.- Ancho del Rostro a la Base (ARB).
- 4.- Ancho del Rostro a 60mm de la Base (AR60B).
- 5.- Ancho del Rostro a la Mitad de su Longitud (ARML).
- 6.- Ancho de los Premaxilares a la Mitad de la Longitud del Rostro (APMLR).
- 7.- Ancho del Rostro a  $\frac{1}{4}$  de su Longitud (AR3/4L).
- 8.- Distancia del Rostro a las Narinas Externas (DRNE).
- 9.- Distancia del Rostro a las Narinas Internas (DRNI).
- 10.- Amplitud Máxima Preorbital (AMP).
- 11.- Amplitud Máxima Postorbital (AMPO).
- 12.- Amplitud Mínima Supraorbital (AMSO).
- 13.- Amplitud Máxima a través de los Procesos Cigomáticos del Escamoso (AMPCE).
- 14.- Amplitud Máxima de las Premaxilas (AMPre).
- 15.- Amplitud Máxima del Parietal (AMPa).
- 16.- Amplitud Máxima de las Narinas Externas (AMNE).
- 17.- Longitud Máxima de la Fosa Temporal Izquierda (LMFTI).
- 18.- Longitud Máxima de la Fosa Temporal Derecha (LMFTD).
- 19.- Amplitud Máxima de la Fosa Temporal Izquierda (AMFTI).
- 20.- Amplitud Máxima de la Fosa Temporal Derecha (AMFTD).
- 21.- Diámetro Máximo de la Fosa Temporal Izquierda (DMFTI).
- 22.- Diámetro Máximo de la Fosa Temporal Derecha (DMFTD).
- 23.- Diámetro menor de la Fosa Temporal Izquierda (DmeFTI).
- 24.- Diámetro menor de la Fosa Temporal Derecha (DmeFTD).
- 25.- Longitud de la Órbita Izquierda (LOI).
- 26.- Longitud de la Órbita Derecha (LOD).
- 27.- Longitud del Proceso Anterorbital del Lagrimal Izquierdo (LPAOLI).
- 28.- Longitud del Proceso Anterorbital del Lagrimal Derecho (LPAOLD).
- 29.- Amplitud Máxima de las Narinas Internas (AMNI).
- 30.- Longitud Máxima del Pterigoide Izquierdo (LMPteI).
- 31.- Longitud Máxima del Pterigoide Derecho (LMPteD).
- 32.- Longitud de la Hilera Superior Izquierda de Dientes (LHSIDI).
- 33.- Longitud de la Hilera Superior Derecha de Dientes (LHSDDi).
- 34.- Longitud de la Hilera Inferior Izquierda de Dientes (LHInDi).
- 35.- Longitud de la Hilera Inferior Derecha de Dientes (LHInDDi).
- 36.- Longitud Máxima de la Rama Izquierda (LMRaI).
- 37.- Longitud Máxima de la Rama Derecha (LMRaD).
- 38.- Altura Máxima de la Rama Izquierda (AMRaI).
- 39.- Altura Máxima de la Rama Derecha (AMRaD).
- 40.- Longitud de la Fosa Mandibular Izquierda (LFMaI).

**Tabla 1. Continuación....**

- 41.- Longitud de la Fosa Mandibular Derecha (LFMaD).
- 42.- Punta del Rostro a Punta del Pterigoides Izquierdo (PRPPTel).
- 43.- Punta del Rostro a Punta del Pterigoides Derecho (PRPPteD).
- 44.- Longitud de sínfisis Mandibular (LSMa).
- 45.- Ancho del Rostro a  $\frac{1}{4}$  de la Base (AR $\frac{1}{4}$ B).
- 46.- Ancho de los Premaxilares a  $\frac{3}{4}$  de la Base (APre $\frac{3}{4}$ B).
- 47.- Amplitud Máxima del Premaxilar Izquierdo (AMPreMI).
- 48.- Amplitud Máxima del Premaxilar Derecho (AMPreMD).
- 49.- Separación Máxima de los Pterigoides (SMPte).
- 50.- Ancho de Suturas Pterigobasioccipitales (ASPteBO).
- 51.- Número Total de Dientes (No. To. Di.).

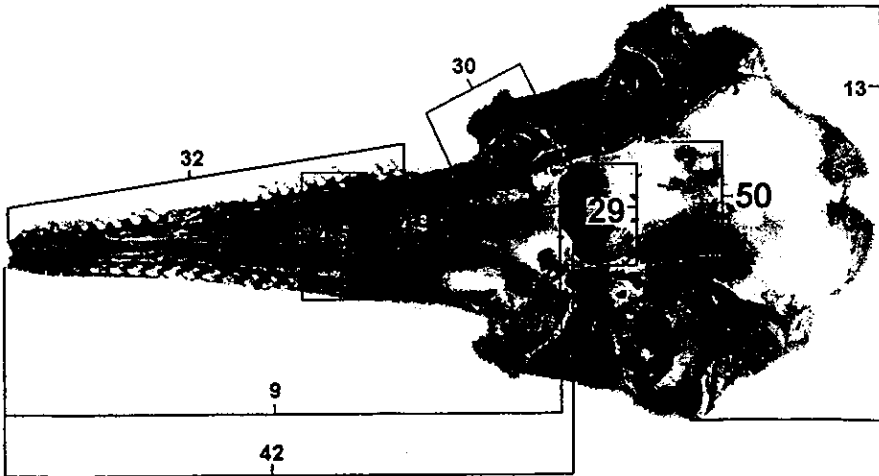
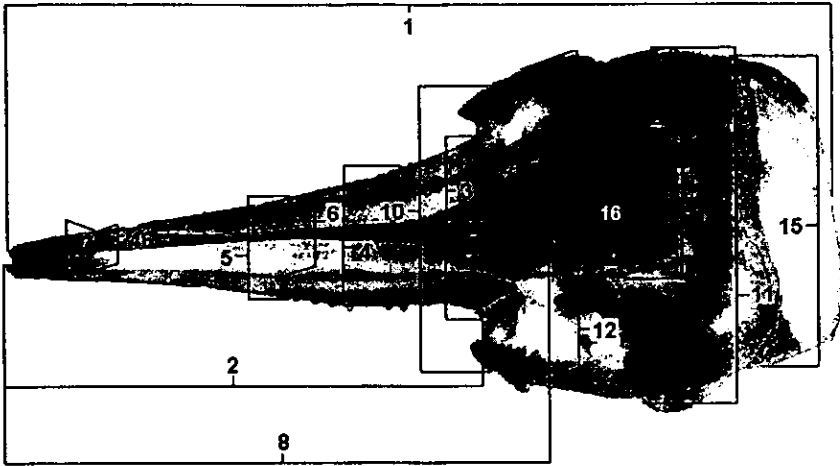


Fig. 4a-b. Ejemplificación de las medidas obtenidas para el estudio (cráneo de *Steno bredanensis*, ejemplar No. CNMA-IBUNAM 38400).

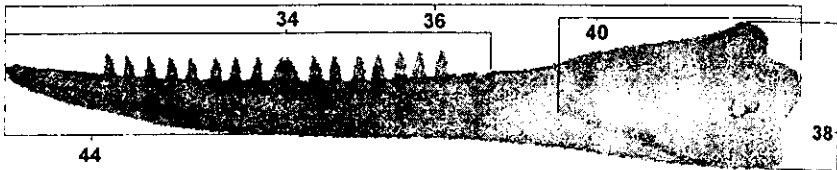
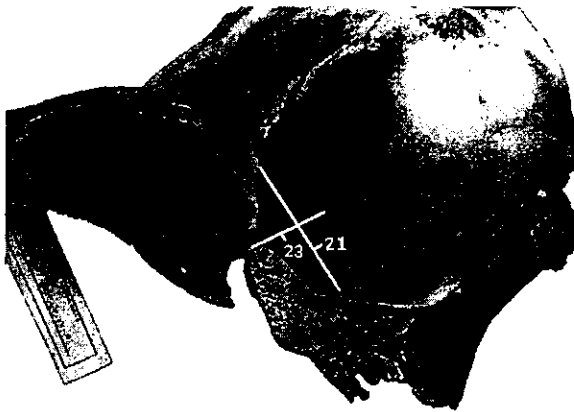
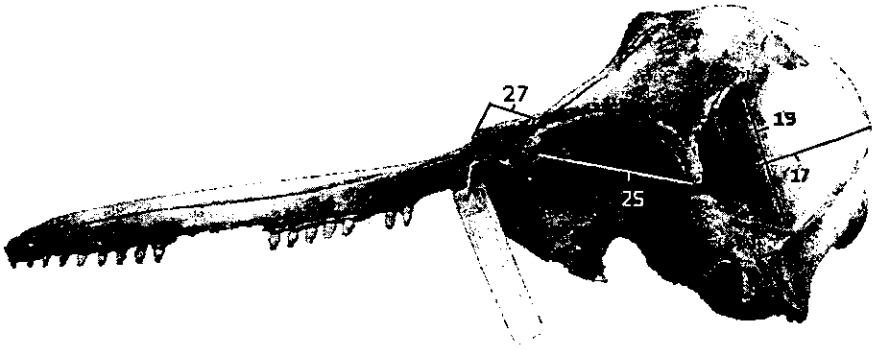


Fig. 4b. Continuación.

## Resultados

En el cuadro 1 (Hoja de Registro) se muestran los valores (mm) de las medidas obtenidas de cada ejemplar.

Se realizaron regresiones lineales de los valores con transformación logarítmica ( $\ln$ ) de cada una de las medidas en relación con la Longitud Condilobasal (LCB), obteniendo así el coeficiente de correlación, la pendiente y la ordenada en el origen ( $r$ ,  $m$  y  $b$ , respectivamente) para cada caso y posteriormente se aplicó la ecuación alométrica a las medidas. En las gráficas (figs. 5-7) se puede observar el comportamiento que presenta cada una de las variables con la Longitud Condilobasal (LCB).

Del total de la muestra ( $n=24$ ) se tuvo que descartar a un ejemplar (IBUNAM-CNMA 38385), debido a que se trataba de un ejemplar muy joven que se hallaba en mal estado y no contribuía en el análisis; el rostro se hallaba desarticulado, estaban rotas varias estructuras y no tenía dientes para la determinación de la edad.

Al obtener los valores de las variables de la ecuación alométrica ( $Y=bX^m$ ) se lograron predecir aquellas medidas faltantes de las estructuras que se encontraron deterioradas o ausentes.

Del listado inicial se tuvo que prescindir de aquellas medidas que correspondían a las bulas timpánicas y las cavidades de las mismas, debido a que en algunos casos, para un mismo ejemplar estaban rotuladas dos bulas derechas o izquierdas; en algunos individuos sólo se contaba con una de las bulas o incluso con ninguna; además, la parte de las cavidades presentaban daños haciendo inciertos los puntos de referencia para la toma de las medidas.

Dentro de la muestra se tenían sexados únicamente a cinco machos y ninguna hembra, por lo que el estudio no pudo ser comparativo entre los sexos y ni pudo determinar las tendencias de las distintas estructuras con la edad y el sexo al mismo tiempo; quedando así la parte de dimorfismo sexual de lado.

Para la determinación de edad se consideraron 17 ejemplares, ya que cinco de ellos presentaron clases de edad que no correspondían a las longitudes de los cráneos y variaban en un amplio margen, debido posiblemente a que los dientes de estos ejemplares no fueron tomados directamente de los dentarios de cada ejemplar, sino que se encontraban sueltos y depositados en cajas y probablemente hubo alguna confusión al momento de rotularlos o asignarlos a cada animal. Un ejemplar más (No. IBUNAM-CNMA 38379) no presentaba dientes.

Del total de las medidas obtenidas (51) el 21.6% de ellas (11) presentaron un coeficiente de correlación mayor a 0.9, lo que demuestra una buena relación entre aquellas medidas (Long. del Rostro, LR; Dist. Del Rostro a las Narinas Ext., DRNE;

**Cuadro 1. Hoja de registro. Medidas en milímetros de las estructuras ocupadas para el análisis. Se marcan en negritas las siglas de las medidas que presentaron un coeficiente de correlación mayor a 0.8 ( $r > 0.8$ ).**

Medidas craneales (mm)	Ejemplar No. 38400	Ejemplar No. 38402	Ejemplar No. 38401	Ejemplar No. 38397	Ejemplar No. 38399	Ejemplar No. 38398	Ejemplar No. 38394	Ejemplar No. 38396	Ejemplar No. 38395	Ejemplar No. 38393	Ejemplar No. 38392	Ejemplar No. 38391	Ejemplar No. 38390
1.- LCB	503	516	551	490	506	529	545	521	529	541	532	522	560
2.- LR	310	317	336	293	306	323	336	317	330	340	324	318	344
3.- ARB	97	100	99	99	92	105	105	101	104	104	98	103	99
4.- AR60B	76	81	88	81	77	83	88	82	84	82	85	83	83
5.- ARML	46	48	52	50	48	59	54	50	54	52	54	51	57
6.- APMLR	33	35	37	37	34	36	39	34	37	38	38	37	38
7.- AR3/4L	40	35	37	34	35	37	39	36	38	40	41	38	44
8.- DRNE	350	358	382	335	351	372	384	360	369	378	368	365	394
9.- DRNI	361	367	395	335	357	376	392	379	390	397	379	373	403
10.- AMP	170	172	184	167	177	191	188	183	183	182	175	177	185
11.- AMPO	212	211	220	197	212	219	223	210	223	215	204	211	222
12.- AMSO	168	177	179	165	175	184	184	180	178	176	172	180	182
13.- AMPCE	214	219	223	200	219	223		223	226	221	206	223	223
14.- AMPre	77	83	87	77	84	84	83	79	84	77	78	82	88
15.- AMPa	156	170	167			166	164	156	162	158	152	162	164
16.- AMNE	56	55	55	54	52	57	57	57	54	53	54	55	57
17.- LMFTI	101	97	105	93	105	111	110	106	108	99	102	103	106
18.- LMFTD	103	99	106	93	104	111	112	109	109	103	103	104	105
19.- AMFTI	91	84	99	82	100	99	95	101	97	97	88	88	94
20.- AMFTD	88	84	91	84	100	98	98	103	103	99	87	89	93
21.- DMFTI	59	57	65	53	64	64	64	67	64	61	58	59	59
22.- DMFTD	57	55	63	52	62	62	64	64	63	59	53	58	58
23.- DmeFTI	47	41	45	35	42	38		44		40	38	43	43
24.- DmeFTD		45	47	36	43			44	52	39	40	42	43
25.- LOI	72	72	76	71	69	66		67	70	69	68	71	69
26.- LOD	68	74	74	69	72	66		67	69	70	70	71	68
27.- LPAOLI	30	31	35	31	30	35		36	33	36		36	41
28.- LPAOLD	26	26		28	26	33		30	31	31	30	30	37
29.- AMNI	60	56	60	57	56	57	60	62	60	59	57	59	59
30.- LMPtel	61	65	71	58	61	64	67	64		68	61	63	67
31.- LMPteD	63	66	70	58	61	63	67	63	66	69	63	66	66



Medidas craneales (mm)	Ejemplar No. 38400	Ejemplar No. 38402	Ejemplar No. 38401	Ejemplar No. 38397	Ejemplar No. 38399	Ejemplar No. 38398	Ejemplar No. 38394	Ejemplar No. 38396	Ejemplar No. 38395	Ejemplar No. 38393	Ejemplar No. 38392	Ejemplar No. 38391	Ejemplar No. 38390
32.- LHSIDi	264	264	280	248	252	270	280	271	275	287	276	268	290
33.- LHSDDi	264	257	283	249	250	271	282	272	278	288	276	268	296
34.- LHInIDi	266	267	289	256	257	272	282	274	279	294	282	276	295
35.- LHInDDi	265	263	284	254	255	279	281		282	292	280	279	297
36.- LMRaI	434	442	471	418	429	453	467	450	467	474	452	450	480
37.- LMRaD	426	441	466	420	430	451	464		466	469	452	449	477
38.- AMRaI	80	81	87	78	81	89	91	87	88	87	85	87	89
39.- AMRaD	80	83	86	79	81	89	91	91	88	89	88	88	91
40.- LFMaI	131	132	136	122	132	132	140	138	140	140	138	137	142
41.- LFMaD	132	133	135	124	130	132	139	136	140	139	139	139	141
42.- PRPPtel	362	374	405	357	361	386	399	381		403	386	379	408
43.- PRPPteD	369	373	406	358	362	384	398	382	395	405	387	381	407
44.- LSMa	150	152	165	134	147	155	161	153	162	165	145	150	176
45.- AR1/4B	71	76	82	76	74	78	84	77	79	76	81	80	79
46.- Apre3/4B	28	29	28	29	28	30	31	27	26	31	33	32	34
47.- AMPreMI	33	30	32	30	29		30	29	28	29	28		30
48.- AMPreMD	44	37	43	40	38	39			37		37	41	40
49.- SMPte	16	22	20	22	19	19	18	20	20	27	21	21	19
50.- ASPteBO	67	62	66	55	64	66	62	66	66	67	60	62	63
51.- No. To. Di.		95	91	93	93	87	92	91	94			90	

Cuadro 1. Continuación.

Medidas craneales (mm)	Ejemplar No. 38389	Ejemplar No. 38388	Ejemplar No. 38386	Ejemplar No. 38387	Ejemplar No. 38384	Ejemplar No. 38382	Ejemplar No. 38383	Ejemplar No. 38381	Ejemplar No. 38379	Ejemplar No. 38380
1.- LCB	531	555	540	469	548	515	519	531	506	543
2.- LR	320	340	333	281	330	316	316	330	306	333
3.- ARB	109	106	101	94	99	97	108	103	94	105
4.- AR60B	86	88	82	78	85	79	86	86	77	86
5.- ARML	53	58	48	49	57	52	55	52	59	55
6.- APMLR	40	43	36	34	42	36	39	38	33	40
7.- AR3/4L	39	43	36	34	44	39	42	37	36	39
8.- DRNE	368	384	378	322	378	363	365	371	351	376
9.- DRNI	378	391	383	327	386		374	382	360	384
10.- AMP	181	191	179	164	189	179	187	183	168	187
11.- AMPO	225	222	218	196	219	208	219	217	200	215
12.- AMSO	180	188	182	165	187	173	181	181	165	183
13.- AMPCE	223	228	224	197	226	218	230	223	201	223
14.- AMPre	82	85	82	75	78	83	86	84	82	82
15.- AMPa	172	165	168	157	165	152	165	165	154	160
16.- AMNE	53	56	56	49	53	54	56	54	54	53
17.- LMFTI	100	113	109	92	110	98	100	104	92	104
18.- LMFTD	103		105	97	113	106	102	109	93	100
19.- AMFTI	93	98	92	82	96	94	97	95	80	80
20.- AMFTD	97	93	92	85	103	100	101	99	82	86
21.- DMFTI	63	61	64	56	62	61	67	64	60	66
22.- DMFTD	62	61	63	53	61	61	65	63	58	61
23.- DmeFTI	47	46	42	38	51	44	48	41	34	42
24.- DmeFTD	47	46	41	37	53	47	48	40	32	45
25.- LOI	79	73	72	65	67	65	68	72	70	74
26.- LOD	75	71	71	64	68	67	68	72	69	71
27.- LPAOLI	34	38	35	30	35	34	33	32	36	39
28.- LPAOLD	33		32	27	32	31	32	28	32	35
29.- AMNI	64	61	56	55	58		61	59	56	63
30.- LMPtel	65	68	60	63	63		63	65	62	71
31.- LMPteD	63	66	59	62	63		64	66	63	67
32.- LHSIDi	268	278	277	238	276	264	265	276	255	286
33.- LHSDDI	270	280	280	239	278	268	267	277	255	288

Medidas craneales (mm)	Ejemplar No. 38389	Ejemplar No. 38388	Ejemplar No. 38386	Ejemplar No. 38387	Ejemplar No. 38384	Ejemplar No. 38382	Ejemplar No. 38383	Ejemplar No. 38381	Ejemplar No. 38379	Ejemplar No. 38380
34.- LHInIDI	285	287	281	243	283	268	271	272		285
35.- LHInDDi	285	291		248	284		271	272	263	287
36.- LMRal	457	467	455	392	459	442	443	454		458
37.- LMRaD	456	469		398	458		444	451	426	457
38.- AMRal	88		87	71	87	81	84	82		84
39.- AMRaD	91	93		72	91		84	85	82	86
40.- LFMal	132	148	135	128	137	134	137	140		144
41.- LFMaD	133	150		127	139		134	140	130	146
42.- PRPPtel	385	398	386	337	393		376	391	364	393
43.- PRPPteD	383	400	387	337	391		377	392	363	391
44.- LSMa	157	161	159	134	158	151	152	158		157
45.- AR1/4B	81	82	75	74	81	74	82	80	75	83
46.- Apre3/4B	32	32	32	26	36	30	33	30	28	31
47.- AMPreMI	29	30	32	30	31	29	30	32	31	31
48.- AMPreMD	35	42	41	41	42	44	41	46	43	40
49.- SMPte	23	22	21	23	19		19	24	22	22
50.- ASPteBO	61	65	60	52	64		62	64	56	65
51.- No. To. Di.	91	91		92	94		94	93		90

Dist. Del Rostro a las Narinas Inter., DRNI; Long. de la Hilera Sup. Izq. de Dientes, LHSiDi; Long. de la Hilera Sup. Der. de Dientes, LHSDDi; Long. de la Hilera Inf. Izq. De Dientes, LHInDi; Long. de la Hilera Inf. Der. de Dientes LHInDDi; Long. Máx. de la Rama Izq., LMRaI; Long. Máx. de la Rama Der., LMRaD; Punta del Rostro a Punta del Pterig. Izq., PRPPteI; Punta del Rostro a Punta del Pterig. Der., PRPPteD) y la Long. Condilobasal, además, todas estas medidas a excepción de la LMRaD, presentaron valores en las pendientes mayores a uno, lo que significa que el ritmo de crecimiento de estas estructuras es mayor que el de la LCB o son heterogónicas positivas; el valor de la pendiente de la LMRaD fue muy cercano a uno ( $m=0.975083038$ ) y se acerca mucho a un ritmo de crecimiento isométrico respecto a la LCB (el cambio en la proporción entre ambas es similar). Las gráficas que se presentan ejemplifican los casos mas notables con coeficientes de correlación de  $r>0.9$  (Cuadro 2; Figs. 5a-e).

Cuadro 2 Valores de las correlaciones con una  $r>0.9$ .  $r$ =coef. de correlación;  $m$ =pendiente,  $b$ =ordenada;  $n$ =tamaño de muestra;  $P^*=<0.05$ ;  $Y=bX^m$ =ecuación alométrica. Sólo se presentan las gráficas más representativas de esta parte.

Medida	r	m	b	t	n	P	$Y=bX^m$
LR	0.9754	1.1401	0.2540	20.2697	23	*	$Y=0.2540X^{1.1401}$
DRNE	0.9862	1.0800	0.4214	27.3248	23	*	$Y=0.4214X^{1.0800}$
DRNI	0.9583	1.1573	0.2662	14.9931	22	*	$Y=0.2662X^{1.1573}$
LHSiDi	0.9431	1.0793	0.3120	12.9928	23	*	$Y=0.3120X^{1.0793}$
LHSDDi	0.9359	1.1600	0.1890	12.1779	23	*	$Y=0.1890X^{1.1600}$
LHInDi	0.9459	1.0602	0.3583	13.0376	22	*	$Y=0.3583X^{1.0602}$
LHInDDi	0.9349	1.0536	0.3741	11.1719	20	*	$Y=0.3741X^{1.0536}$
LMRaI	0.9571	1.0269	0.7223	14.7678	22	*	$Y=0.7223X^{1.0269}$
LMRaD	0.9679	0.9751	0.9965	16.3404	20	*	$Y=0.9965X^{0.9751}$
PRPPteI	0.9767	1.0683	0.4729	19.8198	21	*	$Y=0.4729X^{1.0683}$
PRPPteD	0.9605	1.0421	0.5587	15.4316	22	*	$Y=0.5587X^{1.0421}$

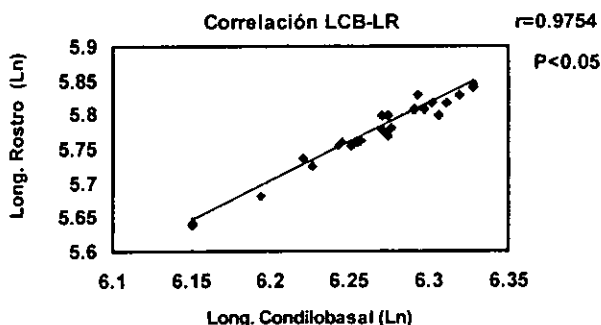


Fig. 5a.

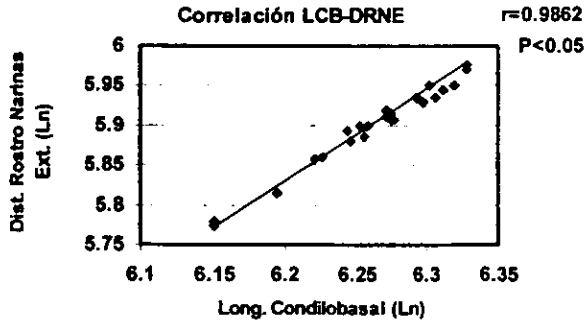


Fig. 5b.

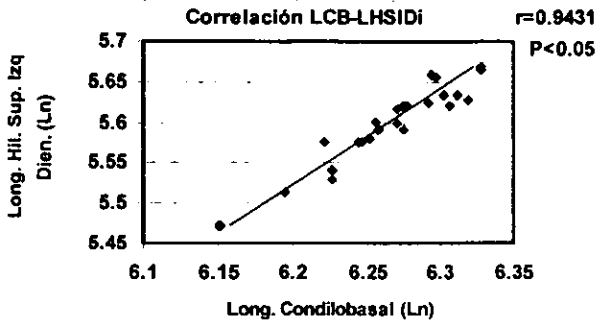


Fig. 5c.

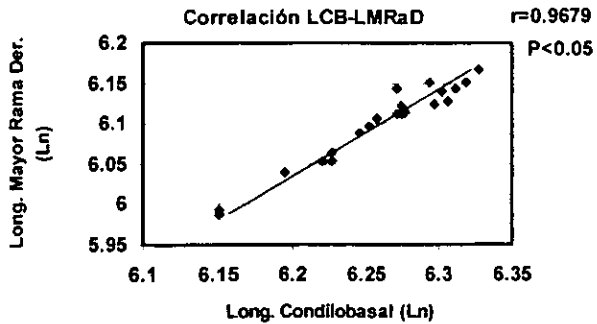


Fig. 5d.

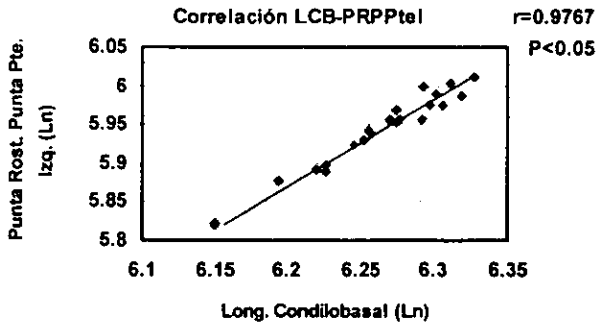


Fig. 5e.

Figs. 5a-e. Representación gráfica de las correlaciones con valores de  $r>0.9$ ,  $m>1$  (heterogonía positiva) (LCB-LR, LCB-DRNE, LCB-LHSDi, LCB-LMRal y LCB-PRPPtel) y un valor de  $m$  muy cercano a 1 (LCB-LMRaD, isometría); los valores de  $t$  demuestran una buena correlación entre las variables y la LCB ( $P<0.05$ ).

El 15.7% de las medidas (8; Amp. Máx. Preorb., AMP; Amp. Máx. Postorb., AMPO; Amp. Mín. Supraorb., AMSO; Amp. Máx. de la Rama Izq., AMRal; Amp. Máx. de la Rama Der., AMRaD; Long. de la Fosa Mand. Izq., LFMal; Long. de la Fosa Mand. Der., LFMaD; Long. de la Sinfisis Mand., LSMa) tuvieron coeficientes de correlación entre 0.8 y 0.9 y que representa una buena correlación en términos generales; de estas medidas, la AMPO y la LFMal muestran valores de  $r= 0.7970$  y  $0.7929$  respectivamente, pero que son muy cercanos a 0.8 y se consideraron como tales. La Altura Mayor de la Rama Izquierda y Derecha (AMRal y AMRaD) y la Longitud de la Sinfisis Mandibular (LSMa) presentan valores de  $m >1$  y con ello un crecimiento heterogónico positivo respecto a la LCB; las estructuras restantes tienen valores de  $m<1$  ó un ritmo de crecimiento menor que el de la LCB. En estas estructuras no se encuentra alguna que se acerque a la isometría ( $m=1$ ) en relación a la LCB. Los gráficos ejemplifican cuatro de los casos con coeficientes de correlación de  $r<0.8<0.9$  e incluyen a dos casos con heterogonía positiva (AMRal y LSMa) y a otros dos con heterogonía negativa (AMP y LFMal) (Cuadro 3; Figs. 6a-d).

Cuadro 3 Valores de las correlaciones con una  $r>0.8$ .  $r$ =coef. de correlación;  $m$ =pendiente;  $b$ =ordenada;  $n$ =tamaño de muestra;  $P^* <0.05$ ;  $Y=bX^m$  = ecuación alométrica. Sólo se presentan las gráficas mas representativas de esta parte.

Medida	r	m	b	t	n	P	$Y=bX^m$
AMP	0.8241	0.8565	0.8408	6.6674	23	*	$Y=0.8408X^{0.8565}$
AMPO	0.7970	0.7506	1.9382	6.0479	23	*	$Y=1.9382X^{0.7506}$
AMSO	0.8196	0.7551	1.5661	6.5545	23	*	$Y=1.5661X^{0.7551}$
AMRal	0.8719	1.1963	0.0470	7.7597	21	*	$Y=0.0470X^{1.1963}$
AMRaD	0.8852	1.2678	0.0305	8.2940	21	*	$Y=0.0305X^{1.2678}$
LFMal	0.7930	0.7872	0.9795	5.8203	22	*	$Y=0.9795X^{0.7872}$
LFMaD	0.8106	0.8357	0.7236	6.0331	21	*	$Y=0.7236X^{0.8357}$
LSMa	0.8884	1.3261	0.0379	8.6554	22	*	$Y=0.0379X^{1.3261}$

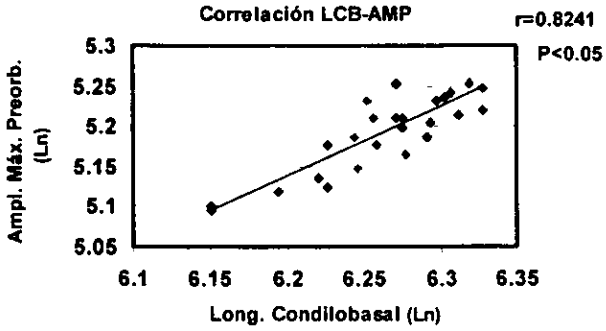


Fig. 6a.

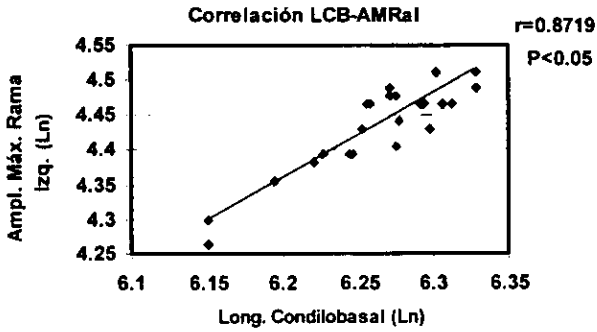


Fig. 6b.

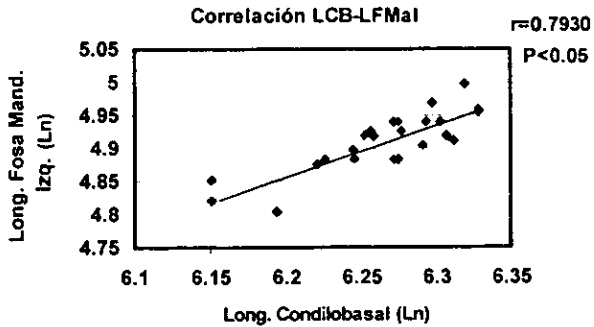


Fig. 6c.

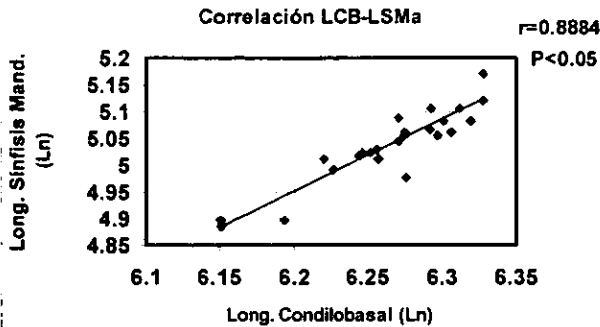


Fig. 6d.

Figs. 6a-d. Representación gráfica de las correlaciones con valores de  $r>0.8<0.9$ ,  $m>1$  y  $m<1$  (heterogonía positiva: LCB-AMRaI, fig. b, y LCB-LSMa, fig. d; negativa: LCB-AMP, fig. a, y LCB-LFMaI, fig. c); en estas relaciones se encuentran valores de  $t$  que denotan que si existe correlación con la LCB a pesar de los valores bajos de  $r$  ( $P<0.05$ ).

En el resto de las medidas (31=60.8%) los coeficientes de correlación fueron menores a 0.8 denotando una correlación no buena aparentemente, sin embargo, en estos casos se aplicó la prueba de "t" para coeficientes de correlación y el 74.2% de ellas mostró una  $P<0.05$  demostrando que si existe correlación entre estas medidas y la LCB; el 25.8% de ellas mostró una  $P>0.05$  y se consideró que no existía correlación con la LCB y por lo tanto no se encontró que describieran algún tipo de crecimiento alométrico (Cuadro 4; Figs. 3). Entre estas medidas se encontraron valores de pendientes mayores a uno, tal es el caso de la Anchura Premax. a la mitad de la Long. del Rostro, APM LR; el Ancho del Rostro a  $\frac{3}{4}$  de su Long., AR3/4L; la Long. Máx. de la Fosa Temporal Izq., LMFTI; el Diámetro menor de la Fosa Temporal Izq., DmeFTI; el Diámetro menor de la Fosa Temporal Der., DmeFTD; la Long. del Proceso Anterorb. Del Lacrimal Izq., LPAOLI; la Long. del Proceso Anterorb. Del Lacrimal Der., LPAOLD y la Anchura de las Suturas Pterigobasioccipitales, ASPteBO; cuyo ritmo de crecimiento es heterogónico positivo respecto a la LCB; el resto presentó valores de  $m<1$  y un crecimiento heterogónico negativo en relación a la LCB. Algunos de estos últimos valores llaman la atención ya que se acercan mucho a cero (Anchura de los Premax. a  $\frac{3}{4}$  de la Base, APre3/4B, Anchura Máx. del Premax. Izq., AMPreMI; Anchura Máx. del Premax. Der., AMPreMD; Separación Máx. de los Pterig., SMPte y el Núm. Total de Dientes, No. To. Di.) y parece que su ritmo de crecimiento en relación a la LCB es extremadamente lento o que después de nacer, los individuos prácticamente no modifican el tamaño de estas estructuras, en especial el caso de la SMPte. Las gráficas muestran algunos ejemplos de las variables que presentaron coeficientes de correlación menores a 0.9 (Cuadro 4; Figs. 7a-g).



Cuadro 4. Valores de las correlaciones con una  $r < 0.8$ .  $r$ =coef. de correlación;  $m$ =pendiente;  $b$ =ordenada;  $n$ =tamaño de muestra;  $P^* = < 0.05$ ;  $P^{**} = > 0.05$ ;  $Y = bX^m$  = ecuación alométrica. Sólo se presentan las gráficas mas representativas de esta parte.

Medida	r	m	b	t	n	P	$Y = bX^m$
ARB	0.5234	0.5584	3.0504	2.8145	23	*	$Y = 3.0504X^{0.5584}$
AR60B	0.7314	0.7707	0.6626	4.9148	23	*	$Y = 0.6626X^{0.7707}$
ARML	0.4989	0.8357	0.2801	2.6379	23	*	$Y = 0.2801X^{0.8357}$
APMLR	0.6757	1.1444	0.0285	4.1999	23	*	$Y = 0.0285X^{1.1444}$
AR3/4L	0.6593	1.2021	0.0205	4.0184	23	*	$Y = 0.0205X^{1.2021}$
AMPCE	0.7379	0.7620	1.8491	4.8896	22	*	$Y = 1.8491X^{0.7620}$
AMPre	0.5360	0.5479	2.6416	2.9097	23	*	$Y = 2.6416X^{0.5479}$
AMPa	0.4273	0.3820	14.7491	2.0599	21	**	$Y = 14.7491X^{0.3820}$
AMNE	0.5073	0.4324	3.6302	2.6977	23	*	$Y = 3.6302X^{0.4324}$
LMFTI	0.7453	1.0432	0.1492	5.1226	23	*	$Y = 0.1492X^{1.0432}$
LMFTD	0.6113	0.7804	0.7839	3.4544	22	*	$Y = 0.7839X^{0.7804}$
AMFTI	0.4750	0.8379	0.4832	2.4738	23	*	$Y = 0.4832X^{0.8379}$
AMFTD	0.3725	0.6634	1.4639	1.8393	23	**	$Y = 1.4639X^{0.6634}$
DMFTI	0.4911	0.6981	0.7760	2.5837	23	*	$Y = 0.7760X^{0.6981}$
DMFTD	0.5461	0.8446	0.3009	2.9874	23	*	$Y = 0.3009X^{0.8446}$
DmeFTI	0.4587	1.0834	0.0476	2.2498	21	*	$Y = 0.0476X^{1.0834}$
DmeFTD	0.5034	1.4306	0.0055	2.4717	20	*	$Y = 0.0055X^{1.4306}$
LOI	0.3466	0.3933	5.9730	1.6201	22	**	$Y = 5.9730X^{0.3933}$
LOD	0.3820	0.3524	7.6631	1.8485	22	**	$Y = 7.6631X^{0.3524}$
LPAOLI	0.7674	1.5410	0.0022	5.2176	21	*	$Y = 0.0022X^{1.5410}$
LAPOLD	0.7003	1.6916	0.0008	4.1624	20	*	$Y = 0.0008X^{1.6916}$
AMNI	0.4642	0.4493	3.5226	2.3439	22	*	$Y = 3.5226X^{0.4493}$
LMPtel	0.6211	0.7507	0.5813	3.4540	21	*	$Y = 0.5813X^{0.7507}$
LMPteD	0.5521	0.5940	1.5520	2.9614	22	*	$Y = 1.5520X^{0.5940}$
AR1/4B	0.6566	0.7043	0.9450	3.9893	23	*	$Y = 0.9450X^{0.7043}$
APre3/4B	0.4299	0.0756	18.9186	2.1820	23	*	$Y = 18.9186X^{0.0756}$
AMPreMI	0.0351	0.0355	24.1147	0.1531	21	**	$Y = 24.1147X^{0.0355}$
AMPreMD	-0.0170	-0.0269	47.8704	-0.0720	20	**	$Y = 47.8704X^{-0.0269}$
SMPte	-0.0493	-0.1280	46.2681	-0.2210	22	**	$Y = 46.2681X^{-0.1280}$
ASPteBO	0.6584	1.0202	0.1043	3.9122	22	*	$Y = 0.1043X^{1.0202}$
No. To. Di.	0.0908	0.0506	67.1177	0.3869	20	**	$Y = 67.1177X^{0.0506}$

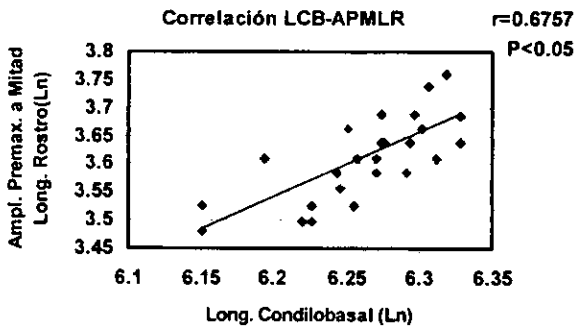


Fig. 7a.

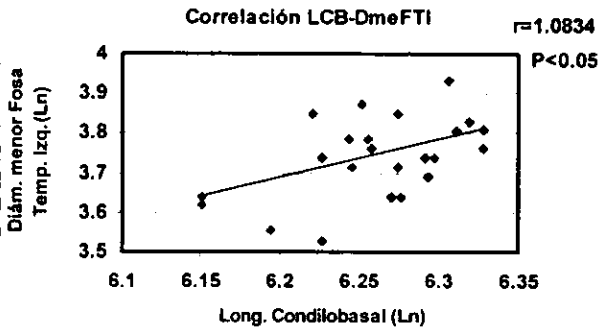


Fig. 7b.

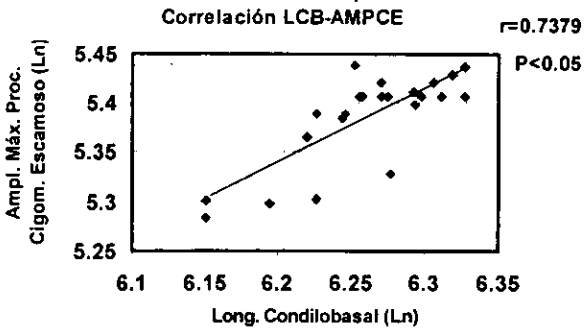


Fig. 7c.

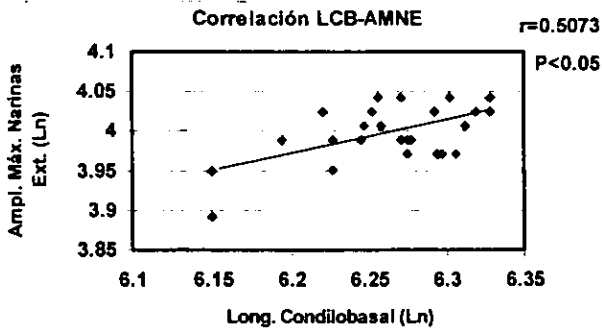


Fig. 7d.

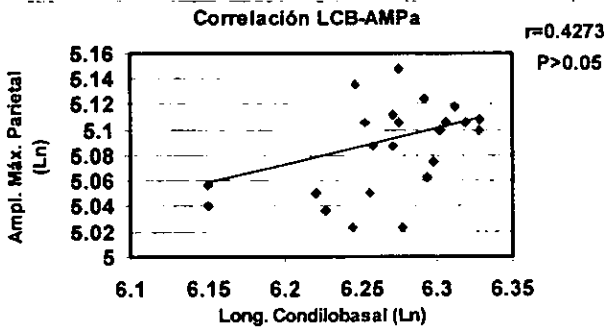


Fig. 7e.

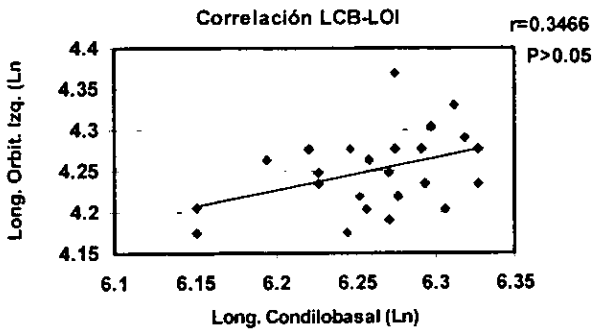


Fig. 7f.

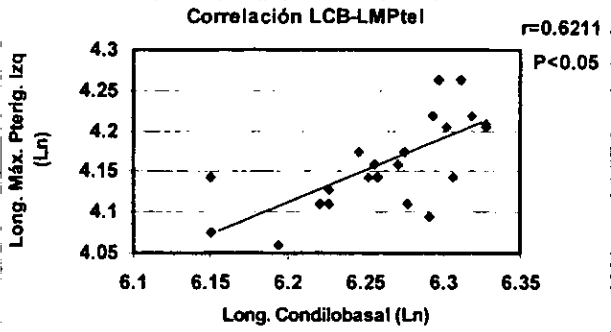


Fig. 7g.

Figs. 7a-g. Representación gráfica de las correlaciones con valores de  $r<0.8$ ,  $m>1$  y  $m<1$  (heterogonía positiva: LCB-APMLR, fig. a, y LCB-DmeFTI, fig. b; heterogonía negativa: LCB-AMPCE, fig. c, LCB-AMNE, fig. d, LCB-AMPa, fig. e, LCB-LOI, fig. f y LCB-LMPtel, fig. g); AMPa y LOI presentan valores de  $t$  que demuestran que no existe correlación entre estas variables y la LCB ( $P>0.05$ ).

En cuanto a la determinación de edad por medio del conteo de Capas de Crecimiento de Dentina (CCD) se encontraron representantes de varias clases de edad (2, 3, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 23, 25, 28; cada valor corresponde al número de Capas de Crecimiento de Dentina). Miyasaki (1980) con una muestra de estenos de aguas japonesas y Stolen (com. pers.) con animales de Florida señalan que dos capas de crecimiento (una de dentina y una de cemento) equivalen a un año de edad. Por lo anterior, y al existir una referencia de determinación de edad al menos en el continente y relativamente cerca a la presente, se asume que para los animales considerados en este estudio, la equivalencia de Capas de Crecimiento de Dentina es igual que las mencionadas anteriormente.

El ejemplar de menor edad fue el No. IBUNAM-CNMA 38387 con dos años de edad y una LCB=490 mm y el de mayor edad fue el ejemplar No. IBUNAM-CNMA 38384 con 28 años y una LCB=548 mm (Cuadro 5), aunque ninguno de los dos ejemplares representan ni la mayor ni la menor longitud condilobasal dentro del análisis. En tanto el ejemplar sea de mayor edad, el conteo se complica al acercarse al centro del diente y en algunas ocasiones se considera el conteo mínimo realizado. Lo anterior se ve afectado también por el hecho de que en la parte inferior de los dientes, sobre todo en los ejemplares de mayor edad, la base tiende a curvarse compactando mucho las capas y haciendo más difícil su lectura.

Ejemplar	CCD	LCB
38387	2	490
38397	3	469
38399	8	506
38402	10	516
38383	12	519
38398	12	529
38381	12	531
38382	13	515
38389	14	531
38396	15	521
38380	15	543
38388	17	555
38395	18	529
38391	19	522
38401	23	551
38394	25	545
38384	28	548

Cuadro 5. Edades de los ejemplares. CCD = Capas de Crecimiento de Dentina; LCB = Longitud Condilobasal.

Miyasaki y Perrin (1994) mencionan que los estenos alcanzan la madurez física a los 16 años y que llegan a vivir hasta 32 años; la madurez sexual en machos llega a los 14 años y a los 10 años en las hembras, en animales de aguas japonesas.

Basándonos en lo anterior, los resultados de la determinación de edad en este trabajo demuestra que en los 17 ejemplares determinados, seis de ellos son maduros física y sexualmente (ejemplares No. IBUNAM-CNMA 38401, 38394-95, 38391, 38388 y 38384) ya que presentaron edades de 23, 25, 18, 19, 17 y 28 años respectivamente; ocho más son maduros sexualmente (ejemplares No. IBUNAM-CNMA 38402, 38398, 38396, 38389, 38381-83 y 38380) con edades de 10, 12, 15, 14, 13, 12, 12 y 15 respectivamente; y los tres restantes son inmaduros (ejemplares No. IBUNAM-CNMA 38397, 38399 y 38387). Debe tenerse cuidado en la anterior afirmación ya que entre las poblaciones existen variaciones importantes y los intervalos se pueden modificar, pero al no existir los datos complementarios que contribuyeran a mejorar esta estimación y a la carencia de referencias bibliográficas, el presente trabajo se respalda en los resultados encontrados por Miyazaki y Perrin (1994).

El 42% de las medidas (21) presentó un crecimiento heterogónico positivo; el 2% se consideró isométrico (LMRaD,  $m=0.975083038$ ), y el 56% con crecimiento heterogónico negativo; dentro de estas últimas, dos medidas mostraron pendientes negativas (AMPreMD Y SMPte,  $m=-0.016967458$  y  $-0.049347865$ , respectivamente) aunque muy cercanos a cero.

Para obtener la curva de crecimiento, aplicando el modelo de von Bertalanffy, al relacionar las CCD con las LCB, se obtuvieron las variables A(Lmax), B(Lmin) y m (pendiente). Lo anterior se logró realizando regresiones lineales del tipo  $X = t$ ,  $Y = \ln(L_{\max} - y)$ , a valores mayores al valor más alto de las LCB obtenidas en intervalos progresivos de 1 en 1 hasta que se encontró el coeficiente de correlación mayor de entre ellos y esa medida es la Lmax considerada (Cuadro 6), los valores de Lmax, r, m y b son; 570, 0.807803098, -0.0590 y 94.6987, respectivamente; el valor de B se obtuvo de la diferencia de A-B: b (ordenada) = A-B ---  $B = A - b = 475.3013$ . Posteriormente se sustituyeron los valores en la ecuación de crecimiento y queda:

$$Y = L_{\max} - (L_{\max} - L_{\min})e^{-mt} = A - (A - B)e^{-mt}$$

$$Y = 570 - (570 - 475.3013)e^{(-0.0590)x}$$

misma que describe el comportamiento de los datos (curva de crecimiento) (Fig. 8 ).

CCD	Y=ln(Lmax-y)
2	4.382
3	4.6151
8	4.1589
10	3.989
12	3.9318
12	3.7136
12	3.6636
13	4.0073
14	3.6636
15	3.8918
15	3.2958
17	2.7081
18	3.7136
19	3.8712
23	2.9444
25	3.2189
28	3.091

Cuadro 6. Valores de las CCD y los  $\ln(L_{\max} - y)$  para obtener las variables de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy.

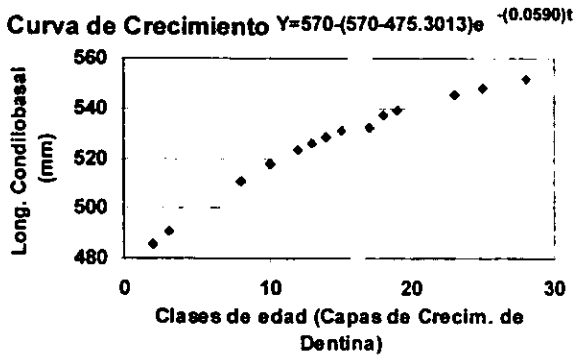


Fig. 8. Curva de crecimiento.

Como el crecimiento alométrico se determinó en base a la LCB, la ecuación de crecimiento (relación CCD-LCB) se aplicó a esa medida. En la fig. 8 se puede ver que al aumentar la edad la curva tiende a ser asintótica. El crecimiento más rápido parece darse dentro los primeros 10 años de vida de los organismos, después se torna cada vez más lento.

## DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos se observa que existe una estrecha relación entre la estructuras pareadas en los cráneos y que poseen valores muy similares entre sí ( $m$  y  $r$ ). Por ejemplo, las medidas de las Longitudes de las Hileras Superiores e Inferiores de Dientes poseen valores de  $r > 0.9$ ; de estructuras como la LFMaI y la LFMaD valores de  $r > 0.8$  pero semejantes entre sí (Cuadros 2, 3 y 4). En la mayor parte de las estructuras pareadas se pueden observar valores de  $m$  mayores en las estructuras del lado derecho que en el izquierdo y que nos hacen pensar o dar una explicación en un momento dado el por qué de la asimetría en los cráneos de los odontocetos, aunque invariablemente estén involucrados algunos otros aspectos, pero lo que sí queda claro es que la diferencia en el ritmo de crecimiento de un lado con respecto al otro es mayor y en este caso el lado derecho es el que presenta un ritmo mayor que el izquierdo.

Al aplicar la prueba de "t" para coeficientes de correlación a los valores de  $r < 0.8$ , se encontró que del total de las medidas obtenidas (50), sólo ocho de ellas (16%) no muestran relación con la LCB, e incluso presentan valores de  $m$  en su mayoría cercanos a cero, con un ritmo de crecimiento muy lento respecto a la LCB (Amp. Mayor Parietal, AMPa; Anchura Mayor de la Fosa Temp. Der., AMFTD; Long. de la Orbita Izq., LOI; Long. de la Orbita Der., LOD; Amp. Mayor del Premax. Izq.,

AMPreMi; Amp. Mayor del Premax. Der., AMPreMD; Separación Máx. de Pterig., SMPte y No. To. Di.).

Desafortunadamente en la literatura son pocos los trabajos de esta naturaleza, en odontocetos, con quienes poder comparar los resultados, sin embargo, es importante abordar temas de este tipo ya que forman parte de la biología de la especie y mas aun, cuando se trata de especies poco conocidas. De *Steno bredanensis*, los estudios que mas se encuentran como referencias son de varamientos o avistamientos, en su mayor parte fortuitos (Richardson, 1973; Perrin y Walker, 1975; Schmidly, 1981; Ellis, 1989; entre otros).

En los odontocetos encontramos trabajos sobre crecimiento alométrico pero principalmente de morfología externa; Amano y Miyasaki (1993) encontraron ligera alometría negativa antes y después del nacimiento, en la marsopa de Dall, *Phocoenoides dalli*, en las distancias de las maxilas a las porciones anteriores del cuerpo. En las porciones posteriores del cuerpo encontraron patrones de crecimiento isométrico. En las aletas pectorales los coeficientes de crecimiento relativo indicaron un decremento después de nacer. El mismo caso para la aleta caudal. Por su parte, Clark y Odell (1999) señalan las relaciones alométricas y el dimorfismo sexual en morfología externa de orcas y observaron que en los animales adultos existía dimorfismo sexual en todas las medidas por ellos consideradas; los machos fueron significativamente mas grandes que las hembras. En todos los casos las relaciones de crecimiento alométrico fueron negativas. Amano y Miyasaki (1993) dentro de su trabajo hacen mención de que la envergadura de los lóbulos caudales de *Phocoena phocoena*, *Globicephala melas*, *Stenella attenuata*, *Platanista gangetica* y *Pontoporia blainvillei* presentan un tipo de crecimiento alométrico negativo o isométrico, aunque no hacen mención de qué especies son las que presentan qué tipo de crecimiento. Van Waerebeek (1993) en *Lagenorhynchus obscurus* y Amano y Miyasaki (1993) en *Phocoenoides dalli* y *Physeter macrocephalus* afirman que en estas especies existe crecimiento alométrico positivo en la envergadura de los lóbulos caudales; dado que ellos contaron con ejemplares completos pudieron tener una mayor cantidad de datos aunque de morfología externa, lo que sólo nos sirve de referencia para señalar que se ha trabajado con alometría en odontocetos y no se podrá comparar esto con los resultados de *Steno bredanensis* en esta tesis.

Egido-Villareal (1989) analiza algunos aspectos de la Biología de los calderones, *Globicephala macrorhynchus*; entre otras cosas, analiza el crecimiento alométrico a través de algunas medidas de morfología externa; encontró una diferencia marcada en el crecimiento de la aleta dorsal entre sexos. Las aletas pectorales en esta especie crecen muy rápido en las primeras fases de desarrollo y las aletas caudales lo hacen posteriormente. Señala que el crecimiento relativo se incrementa de la región craneal a la caudal durante el incremento de tamaño del cuerpo (Ley de crecimiento cefálico-caudal). Por otra parte, encontró dentro de las dimensiones craneales que las hembras poseen una mayor proporción que los machos, al igual que en el ancho del cráneo, y la altura del mismo es similar en ambos sexos. Las medidas craneales las



utilizó para comparar entre sexos, de manera que resulta difícil de comparar este trabajo con el presente estudio, ya que desafortunadamente en este último los cráneos se tomaron sin considerar la diferencia entre sexos por que sólo se tiene a cinco machos sexados.

Torre-Cosío (1995) encontró que de las 70 características morfométricas que evaluó en *Phocoena sinus* (incluyendo el complejo hioideo y los timpanoperióticos) el 58% de ellas cambió de proporción de individuos inmaduros a maduros físicamente y de estas el 39% presentó un crecimiento alométrico positivo y el 19% restante mostró crecimiento alométrico negativo. Al comparar esto con los resultados obtenidos aquí y considerando que no se incluyeron las medidas del complejo hioideo y los timpanoperióticos, el porcentaje de variables que mostró heterogonía positiva fue del 42%, mayor aunque similar al obtenido por Torre-Cosío (1995); un 2% se consideró isométrico y esto no se presentó en el caso anterior; el porcentaje de heterogonía negativa fue bastante mayor (56% vs. 19%) al de *Phocoena sinus*. Cabe mencionar que los porcentajes manejados para *Phocoena sinus* no son del total de las variables (70=100%), sin embargo, su porcentaje es respecto a 40 de las variables, no muy lejos de las 50 consideradas para este estudio.

Peralta-Pérez (1994) en su trabajo de variación morfométrica con respecto a la edad y al sexo en cráneos de vaquita, *Phocoena sinus*, menciona que la proporción que guarda la Longitud Condilobasal (LCB) sobre las demás medidas, con excepción de la exposición de los frontales, mantiene dimensiones constantes en ambos sexos a lo largo del desarrollo ontogenético. Entre los sexos encontró diferencia significativa en dos de las proporciones: la longitud Condilobasal sobre la Anchura Rostral a la Base y la LCB sobre la Anchura Máxima a través de los Procesos Cigomáticos de los huesos Escamosos, y que los machos poseen una mayor proporción. La bóveda craneana es isométrica durante el desarrollo ontogenético. Otras medidas como la altura craneal, la máxima anchura en el proceso paraoccipital y la distancia de la cresta frontal a la base de los cóndilos, en relación al crecimiento de la bóveda, guardan una proporción de 2:1. Dado que este trabajo se basa también en diferencias entre sexos, es poco comparable con este trabajo, además de que la vaquita, *Phocoena sinus*, pertenece a otra familia (Phocoenidae) diferente a la que pertenece *Steno bredanensis* (Delphinidae) y ello representa posiblemente una variación importante en cuanto al comportamiento de las proporciones que guardan las especies de cada familia.

Peralta-Pérez (1994) al interpretar las curvas de crecimiento en su análisis morfométrico en *Phocoena sinus*, encontró que las estructuras presentan un desarrollo más acelerado durante los primeros períodos de vida de los organismos (entre 1 y 2 años de edad). Tomando en cuenta que en su muestra los animales presentaron edades de hasta 12 años y que se estima llegan hasta 20 años, la variación de edad entre esta especie y *Steno bredanensis* (hasta 32 años en ejemplares de Japón) es notoria; cabe mencionar que el tamaño de la muestra analizado en este estudio no es el que se quisiera tener para representar a todas las clases de edad, así como para poder obtener intervalos de longitudes que hagan más confiable la determinación de la

edad y el crecimiento de una población dada. Desde luego es importante al menos hacer algunas inferencias de los datos logrados aquí, ya que la obtención de muestras es hasta cierto punto incierta y depende de varios factores.

Fernández y Hohn (1998) determinaron que las edades máximas para ejemplares de *Tursiops truncatus* varados en la costa del estado de Texas, es de 33 años para machos y una hembra presentó una edad de 41 años, y encontró una variación significativa de la edad entre ambos sexos, con el incremento de la edad las hembras eran mas comunes en los grupos. De la curva de crecimiento que obtuvieron, la longitud asintótica que hallaron fue de 263.5 cm para machos y 244.7 para hembras, aunque de longitud total. El comportamiento de esa curva es muy característico y además tienen mejor representadas las clases de edad en comparación con el tamaño de muestra de *Steno bredanensis* para el análisis de este trabajo (898 delfines varados contra 23 en este estudio). Para los estenos de Campeche en este estudio, el animal de mayor edad tuvo 28 años, sin saber su sexo.

Stolen *et al.* (1999) en una muestra de 34 dientes de *Steno bredanensis* estimaron edades desde 0.5 a 29 Capas de Crecimiento de Dentina (CCD) en machos y de 0.75 a 45 en hembras. De esta muestra, los cinco delfines mas viejos fueron hembras y sugieren que son más longevas que los machos. En la determinación de edad de este trabajo (n=17) no se pudo distinguir entre sexos por las razones ya mencionadas anteriormente; el animal más viejo fue un macho de 28 años y con una edad muy parecida a la de 29 años que Stolen *et al.* (1999) encontraron para los machos, además, ellos encontraron que existe una variación considerable en la longitud total de los ejemplares a edades específicas, algo similar a lo que se encontró aquí con las LCB y las CCD. También mencionan que existe un crecimiento muy rápido en la longitud del cuerpo en los primeros cinco años y que se mantiene constante después de aproximadamente las 15 CCD; asumiendo que el tamaño de muestra en este estudio es baja (n=17), encontramos que el crecimiento más acelerado parece darse dentro de los primeros 10 años de vida de los organismos y que después disminuye la velocidad, aunque sin embargo sigue creciendo, pero se tiene que tomar en cuenta que el tamaño de la muestra es bajo.

Hohn (1980) observó que en *Tursiops truncatus* existe un solapamiento en las longitudes totales dentro de cada clase de edad en su análisis; parecido a lo aquí encontrado en las Longitudes Condilobasales.

La gran variabilidad y el solapamiento de medidas en diferentes edades permiten construir curvas de crecimiento y usar los valores medios de las longitudes totales para examinar las tasas de crecimiento y que no es tan confiable utilizar la longitud total únicamente para determinar la edad de los organismos (Hohn, 1980). Por otra parte, en los varamientos puede darse el caso que se encuentren animales que pertenezcan a formas geográficas distintas (costera y oceánica) y ello si no se cuida en los análisis puede provocar que los intervalos de las medidas en clases de edad determinadas sean muy amplios, esto puede presentarse principalmente cuando se

estudian muestras de varamientos que suceden en tiempos distintos pero de la misma especie.

Los patrones de crecimiento de las capas de dentina en delfinidos es marcadamente similar entre las especies, como señalan Perrin y Myrick (1980) en su trabajo de determinación de edad en odontocetos y sirenios comparando los distintos patrones de crecimiento de las capas de dentina; de esta forma se decidió que *Steno bredanensis* presenta dos capas de crecimiento por año (una de dentina y una de cemento), muy similar, por ejemplo, a *Tursiops truncatus*.

De los trabajos sobre crecimiento en odontocetos, tenemos que en su mayor parte, sino es que en todos, se relaciona la longitud total del cuerpo con la edad e inclusive se dan a conocer las ecuaciones y curvas que describen el comportamiento de esos datos para algunas especies como *Tursiops truncatus* (Turner y Worthy, 1999; Fernández y Hohn, 1998; Hohn, 1980), *Stenella coeruleoalba* (Kasuya, 1972), *Globicephala macrorhynchus* (Egido-Villareal, 1989; Kasuya y Matsui, 1984), *Berardius bairdii* (Kasuya, 1977), *Hyperoodon ampullatus* (Christensen, 1973), *Phocoena phocoena* (Gaskin y Blair, 1977; Nielsen, 1972), *Sotalia fluviatilis guianensis* (Barreto y Rosas, 1999), *Lagenorhynchus australis* (Boy et al., 1999), *Steno bredanensis* (Stolen et al., 1999), entre otros; de tal forma que, por la naturaleza del presente estudio, resulta difícil comparar los resultados obtenidos en la literatura, pero al tratarse de una especie poco conocida o estudiada, es de suma importancia tratar de aportar algo sobre el conocimiento de su biología y dar pie a futuras investigaciones.

En cuanto al crecimiento alométrico, la mayor parte de la heterogonía puede ser muy compleja y en algunos casos puede prolongarse mas tiempo de lo que de ordinario se cree. En cérvidos del género *Odocoileus*, por ejemplo, varios períodos de crecimiento se manifiestan incluso después de la pubertad y las curvas correspondientes pueden servir para caracterizar a las razas. El dimorfismo sexual tiene frecuentemente una base puramente biométrica o heterogónica (ejemplo: plastrón de las tortugas) (Pirlot, 1976). Es muy interesante observar las variaciones que existen en el crecimiento de las especies, lo anterior nos hace pensar en que, características como las de *Odocoileus*, nos pueden llevar a realizar investigaciones mas profundas con aquellas especies en las que se conozcan formas geográficas distintas y que, de análisis como estos se pueda diferenciar entre poblaciones, además, en el caso de los mamíferos marinos nos podría ayudar a distinguir entre sexos y formas o subespecies, sobre todo de animales varados en los cuales no se puede saber en primera instancia a qué población pertenecen, o si son costeros o pelágicos.

En algunos delfines y marsopas, como *Tursiops truncatus* (Hersh y Duffield, 1990; Hersh et al., 1990), *Stenella attenuata* (Perrin et al., 1994; Douglas et al., 1984), *Stenella longirostris* (Douglas et al., 1992; Douglas et al., 1986), *Lagenorhynchus obscurus* (Van Waerbeek, 1993), *Phocoenoides dalli* (Amano y Miyasaki, 1993), *Phocoena phocoena* (Kinze, 1985), *Neophocoena phocoenoides* (Yoshida et al., 1994), entre otros, se han realizado estudios sobre la variación geográfica y el dimorfismo

sexual en cráneos de estas especies y los autores señalan que es importante conocer las diferencias que existen entre sexos para poder discernir entre poblaciones distintas en áreas geográficas diferentes, ya sean contiguas o no; al conocer las variantes entre los sexos en los cráneos, éstas últimas se descartan para el análisis de variación geográfica. De manera que se pueden conocer así, los intervalos en los que se encuentra o los que describan a una población determinada y/o entre los sexos, sobre todo al obtener material osteológico de varamientos. *Steno bredanensis* no es la excepción y resultaría muy interesante contar con muestras mas grandes y bien representadas en las distintas clases de edad y sexos.

Por otra parte, haciendo énfasis en cuanto a los hábitos de esta especie, el delfín de dientes rugosos es una especie principalmente pelágica (Miyazaki y Perrin, 1994), sin embargo, en aguas mexicanas desde 1992 a la fecha, se han tenido avistamientos de estos delfines en la costa de Tabasco en aguas muy someras, cercanas a la costa y en ocasiones relacionados con *Tursiops truncatus*, comunes en es zona (López-Hernández, 1997). Se han observado grupos mas o menos grandes y casi siempre en actividades de alimentación, además de que se les ha visto en las distintas épocas del año (secas, lluvias y nortes); los tamaños de grupo de estos delfines en Tabasco osciló entre 20 y 65 animales, el mayor porcentaje de crías se presentó durante la época de lluvias con un 9.8%; estas observaciones tan costeras aparentemente son inusuales pero no por ello poco interesantes (López-Hernández y Delgado-Estrella, 2000), además de que se desconoce mucho de estos animales. Actualmente se tienen algunas fotografías de esos avistamientos, entre otros datos (López-Hernández y Delgado-Estrella, 2000; Delgado-Estrella y López-Hernández, 1997; Delgado-Estrella, 1994; Delgado-Estrella com. pers.); lo que aunado con el presente estudio contribuyen al conocimiento de la biología de esta especie en aguas mexicanas y da pie a futuros análisis contrastando con trabajos de otras zonas de México y el mundo.

## CONCLUSIONES

- Se logró determinar el tipo de crecimiento alométrico en las distintas estructuras craneales analizadas, encontrando semejanzas en los valores entre estructuras o medidas pareadas.
- Las variables que presentaron los coeficientes de correlación mas altos fueron la Long. del Rostro (LR), las Distancias de la punta del Rostro a las Narinas Ext. e Int. (DRNE Y DRNI), las Long. de las Hileras Superiores e Inferiores de Dientes (LHSiDi, LHSDDi, LHInDi y LHInDDi), la Long. Máx. de la Rama Izq. y Der. (LMRaI y LMRaD) y las distancias de la Punta del Rostro a las Puntas de los Pterigoides Izq. y Der. (PRPPteI y PRPPteD).
- En su mayor parte (el 56%) las variables presentaron heterogonia negativa respecto a la LCB; el 42% positivo y el 2% se consideró isométrico.
- Las medidas Anchura de los Premax. A  $\frac{3}{4}$  de la Base, Apre3/4B; Anchura Mayor del Premax. Izq., AMPreMI; Anchura Mayor del Premax. Der., AMPreMD; Separación Máx. de los Pterig., SMPte y el conteo total de dientes (No. To. Di.) no describen una relación con la Long. Condilobasal, LCB, y tampoco crecimiento alométrico en los cráneos analizados de *Steno bredanensis*.
- Se encontraron edades de dos a 28 años, aunque no todas las clases de edad estuvieron representadas.
- El conteo de Capas de Crecimiento de Dentina, CCD, es una técnica muy útil para la determinación de edad de especies de mamíferos marinos. En los ejemplares de mayor edad se debe considerar que las capas de crecimiento de dentina se van haciendo mas compactas al acercarse a la cavidad pulpar y se dificulta su lectura por su curvatura en la parte inferior de los dientes.
- Al aplicar la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy se obtuvo una longitud máxima teórica de los cráneos de 570 mm de LCB.
- El mayor crecimiento de Long. Condilobasal, LCB, respecto a las Capas de Crecimiento de Dentina, CCD, se presentó dentro de los primeros 10 años de vida de los ejemplares, posteriormente se tornó mas lento aunque continúan creciendo.
- Del total de los cráneos se consideró que seis de ellos (con Long. Condilobasales entre 522 y 555 mm) fueron maduros física y sexualmente; ocho mas (Long. Condilobasales entre 515 y 543), maduros sexualmente y los otros tres, inmaduros (Long. Condilobasales entre 490 y 506).
- Tomando en cuenta el tamaño pequeño de muestra, los resultados obtenidos son parciales y deben ser tomados con cuidado para futuros análisis.

- Resulta necesario contar con hembras sexadas para complementar el estudio y dar conclusiones mas amplias.
- Se encontraron algunos problemas al momento de definir las variables en cuestión, debido a que una parte del material osteológico fue asignado de forma incorrecta a los cráneos que aparentemente correspondían (bulas, dientes, etc.), lo que nos hace reflexionar en cuan importante es el trabajo de curación en las Colecciones Científicas y que depende de un minucioso trabajo el poder obtener la mayor cantidad de información posible y llegar a resultados mas confiables.
- Cabe mencionar que resulta de gran importancia realizar estudios de esta naturaleza en otras especies que posean tamaños de muestra considerables para conocer mas sobre la biología de este tipo de organismos y compararlos intra e interespecíficamente.

## LITERATURA CITADA

- Aguayo L., A. y C. Esquivel-Macias. 1991. Origen y evolución de los cetáceos. Revista Ciencias, 22 de Abril. P. 17-27.
- Amano, M. and N. Miyazaki. 1993. External morphology of Dall's porpoise (*Phocoenoides dalli*): growth and sexual dimorphism. Canadian Journal of Zoology. 71:1124-1130.
- Antochiw Alonzo, D. M. y N. Membrillo Venegas. 2000. Rehabilitación de un delfín de dientes rugosos *Steno bredanensis* en Celestún, Yucatán, México. XXIV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, SOMEMMA, La Paz, Baja California, 7 al 11 de mayo de 2000.
- Barnes, L.G., D.P. Domning and C.E. Ray. 1985. Status of studies on fossil marine mammals. Marine Mammal Science, 1(1): 15-53.
- Barreto, A.S. and F.C.W. Rosas. 1999. Growth of *Sotalia fluviatilis guianensis* in Paraná, Brazil, using mathematical models. Abstracts of the 13<sup>th</sup>. Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Wailea, Hawaii. November 28 – December 3, p. 12.
- Best, P.B. 1988. The external appearance of Heaviside's dolphin, *Cephalorhynchus heavisidii* (Gray, 1828). Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue 9): 279-302.
- Boy, C.C., R.N.P. Goodall and A.C.M. Schiavini. 1999. Age and growth in peale's dolphin, *Lagenorhynchus australis*. Abstracts of the 13<sup>th</sup>. Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Wailea, Hawaii. November 28 – December 3, p. 22.
- Bryden, M.M. 1986. Age and growth. Pp. 211-224. in: M. M. Bryden y R. Harrison, Research on dolphins. Clarendon Press, Oxford.
- Calzada, N., C.H. Lockyer and A. Aguilar. 1994. Age and sex composition of the striped dolphin die-off in the Western Mediterranean. Marine Mammal Science, 10(3): 299-310.
- Christensen, I. 1973. Age determination, age distribution and growth of bottlenose whales, *Hyperoodon ampullatus* (Forster), in the Labrador Sea. Norwegian Journal of Zoology, 21: 331-340.
- Clark, S.T. and D.K. Odell. 1999. Allometric relationships and sexual dimorphism in captive killer whales. Journal of Mammalogy, 80(3):777-785.
- De Blase, A.F. and R.E. Martin. 1974. A manual of mammalogy with keys of families of the world. Wn. C. Brown. Co. Publ. Dubulque, Iowa. 329pp.

-Delgado-Estrella, A. 1994. Presencia del delfín de dientes rugosos o esteno (*Steno bredanensis*), en la costa de Tabasco, México. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México. Ser. Zool. 65(2): 303-305.

-Delgado-Estrella, A. e I. López-Hernández. 1997. Avistamientos costeros del delfín de dientes rugosos, *Steno bredanensis*, en la costa de Tabasco, México. XXII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, SOMEMMA, Nuevo Vallarta, Nayarit, 27 abril-1 mayo.

-Delgado-Estrella, A. e I. López-Hernández. 1999. Características craneométricas de algunos ejemplares de toninas, *Tursiops truncatus*, varados en la costa sureste del Golfo de México. XXIV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, SOMEMMA, Mazatlán, Sinaloa, 19-22 abril.

-Delgado-Estrella, A., L.E. Vázquez M. y R. Sánchez. En preparación. Notes about live strand of a rough-toothed dolphin, *Steno bredanensis*, on Yucatan Peninsula, Mexico (Presence of a marine sponge as stomach content).

-Dohl, T.P., K.S. Norris and I. Kang. 1974. A porpoise hybrid: *Tursiops* X *Steno*. Journal of Mammalogy, 55(1): 217-221.

-Douglas, M.E., G.D. Schnell and D.J. Hough. 1984. Differentiation between inshore and offshore spotted dolphins in Eastern Tropical Pacific Ocean. Journal of Mammalogy, 65(3): 375-387.

-Douglas, M.E., G.D. Schnell and D.J. Hough. 1986. Variation in spinner dolphins (*Stenella longirostris*) from the Eastern Tropical Pacific Ocean: sexual dimorphism in cranial morphology. Journal of Mammalogy, 67(3): 537-544.

-Douglas, M.E., G.D. Schnell, D.J. Hough and W.F. Perrin. 1992. Geographic variation in cranial morphology of spinner dolphins, *Stenella longirostris*, in Eastern Tropical Pacific Ocean. Fishery Bulletin, U. S. 90:54-76.

-Egido-Villareal, J. 1989. Algunos aspectos biológicos de dos grupos de calderones (*Globicephala machrorhynchus* Gray, 1846) (Cetacea: Delphinidae) varados en costas mexicanas. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 120pp.

-Ellis, R. 1989. Dolphins and porpoises. Alfred A. Knopf, Inc. USA. P. 41-47.

-Esquivel-Macías, C. 1989. Contribución al conocimiento del cráneo de la estenela moteada costera, (*Stenella attenuata graffmani* Lönnberg, 1934: Cetacea:Delphinidae). Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 113pp.

-Fernández, S. and A.A. Hohn. 1998. Age, growth and calving season of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, off coastal Texas. Fishery Bulletin, U. S., 96: 357-365.



- Ferrero, R.C., J. Hodder and J. Cesarone. 1994. Recent strandings of rough-toothed dolphins (*Steno bredanensis*) on the Oregon and Washington coasts. *Marine Mammal Science*, 10(1): 114-116.
- Gaskin, D.E. and B.A. Blair. 1977. Age determination of harbour porpoise, *Phocoena phocoena* (L.), in the Western North Atlantic. *Canadian Journal of Zoology*, 55:18-30.
- Gersenowies-R., J. R. 2000. *Biología Teórica. Textos electrónicos de la carrera de Biología. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Campus Iztacafca, UNAM, México*, pp. 315-317.
- Goodall, R.N.P., A.R. Galeazzi, S. Leatherwood, K.W. Miller, I.S. Cameron, R.K. Kastelein and A.P. Sobral. 1988a. Commerson's dolphin, *Cephalorhynchus commersonii*, off Tierra del Fuego, 1976-1984, with a review of information on the species in the south Atlantic. *Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue 9)*: 3-70.
- Goodall, R.N.P., K.S. Norris, A.R. Galeazzi, J.A. Oporto and I.S. Cameron. 1988b. On the Chilean dolphin, *Cephalorhynchus eutropia* (Gray, 1846). *Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue 9)*: 197-258.
- Goren, A.D. P.F. Brodie, S. Spotte, G.C. Ray, H.W. Kaufman, A.J. Gwinnett, J.J. Sciubba and J.D. Buck. 1987. Growth layers groups (GLG's) in the teeth of an adult belukha whale (*Delphinapterus leucas*) of known age: evidence for two annual layers. *Marine Mammal Science*, 3(1): 14-21.
- Hersh, S.L. and D.A. Duffield. 1990. Distinction between Northwest Atlantic offshore and coastal bottlenose dolphins based on hemoglobine profile and morphometry. Pp. 129-142. *In* S. Leatherwood y R.R. Reeves (eds.), *The Bottlenose Dolphin*, Academic Press, San Diego, California, 653pp.
- Hersh, S.L., D.K. Odell and E.D. Asper. 1990. Sexual dimorphism in bottlenose dolphin from the East coast of Florida. *Marine Mammal Science*, 6(4): 305-315.
- Hohn, A.A. 1980. Age determination and age related factors in the teeth of Western North Atlantic bottlenose dolphins. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.*, 32:39-66.
- Hohn, A.A. 1990. Reading between lines: Analysis of the age estimation in dolphins. Pp. 575-585 *In* S. Leatherwood and R.R. Reeves (eds.), *The Bottlenose Dolphin*, Academic Press, San Diego, California, 653pp.
- Hohn, A.A., M.D. Scott, R.S. Wells, J.C. Sweeney and A.B. Irvine. 1989. Growth layers in teeth of known age, free-ranging bottlenose dolphins. *Marine Mammal Science*, 5(4): 315-342.
- Jefferson, T.A. 1990. Sexual dimorphism and development of external features in

Dall's porpoises *Phocoenoides dalli*. Fishery Bulletin, U.S. 88: 119-132.

-Jefferson, T.A, S. Leatherwood and M.A. Weber. 1994. FAO Species Identification Guide. Marine Mammals of the World. FAO, Roma. 320pp.

-Jonsgård, A. 1969. Age determination of Marine Mammals. Pp. 1-30 In H.T. Andersen (ed.), The Biology of Marine Mammals, Academic Press, N.Y., San Francisco, London, 511pp.

-Kasuya, T. 1972. Growth and reproduction of *Stenella coeruleoalba* based on age determination by means of dentinal growth layers. Sci. Rep. Whales Res. Inst. 24: 57-81.

-Kasuya, T. 1977. Age determination and growth of the Baird's beaked whale with a comment on the fetal growth rate. Sci. Rep. Whales Res. Inst. 29: 1-20.

-Kasuya, T. and S. Matsui. 1984. Age determination and growth of the Short-finned pilot whale off the Pacific coast of Japan. Sci. Rep. Whales Res. Inst. 35: 57-91.

-Kinze, C.C. 1985. Intraspecific variation in the Baltic and North Sea harbour porpoises (*Phocoena phocoena* (L., 1758)). Vidensk. Meddr. Dansk naturh. Foren., 146:63-74.

-Klevezal', G.A. and S.E. Kleinenberg. 1967. Age determination of mammals by layered structure in teeth and bones. Journal of Mammalogy, 50(1): 163-164.

-Klinowska, M. and J. Cooke. 1991. Dolphins, porpoises and whales of the world. The IUCN Red Data Book. Published by IUCN gland, Switzerland and Cambridge, U.K. p. 122-124. (429pp.).

-Leatherwood, S. and R.R. Reeves. 1983. The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins. Sierra Club Books, San Francisco. Pp. 180-183.

-Leatherwood, S., R.R. Reeves, W.F. Perrin and W.E. Evans. 1982. Whales, dolphins and porpoises of Eastern Pacific and Adjacent Arctic Waters. A guide to their identification. NOAA Tech. Rep. NMFS Circular 444. U.S. Department of Commerce. p. 178-183.

-Lodi, L. 1992. Epimeletic behavior of free-ranging rough-toothed dolphins, *Steno bredanensis*, from Brazil. Marine Mammal Science, 8(3): 284-287.

-López-Hernández, I. 1997. Ecología poblacional de las toninas *Tursiops truncatus*, en la costa de Tabasco, México. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 77pp.

-López-Hernández, I. y A. Delgado-Estrella. 2000. Observaciones sobre grupos de

delfines de dientes rugosos, *Steno bredanensis*, en la costa de Tabasco, México. XXV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, SOMEMMA, La Paz, Baja California. 7-11 mayo.

-Martin, A.R. 1990. Whales and Dolphins. Salamander books, Ltd. P. 134.

-Miyazaki, N. and W.F. Perrin. 1994. Rough-toothed dolphin *Steno bredanensis* (Lesson, 1828). Pp. 1-22 In S.H. Ridgway y R. Harrison (eds.), Handbook of marine mammals, Vol. 5: The first book of dolphins, Academic Press, Londres, 416 pp.

-Morejohn, G.V., V. Loeb and D.M. Baltz. 1973. Coloration and sexual dimorphism in the Dall's porpoise. Journal of Mammalogy, 54(4): 977-982.

-Mullin, K.D., W. Hoggard, C.L. Roden, R.R. Lohofener, C.M. Rogers and B. Taggart. 1994. Cetaceans on the upper continental slope in the north-central Gulf of México. Fishery Bulletin, U. S., 92: 773-786.

-Myrick, A.C. Jr. and L.H. Cornell. 1990. Calibrating dental layers in captive bottlenose dolphins from serial tetracycline labels and tooth extractions. Pp. 587-608 In S. Leatherwood and R.R. Reeves (eds.), The Bottlenose Dolphin, Academic Press, San Diego, California, 653pp.

-Myrick, A.C. Jr., E.W. Shallenberger, I. Kang and D.B. Mackay. 1984. Calibration of dental layers in seven captive Hawaiian spinner dolphins, *Stenella longirostris*, based on tetracycline labeling. Fishery Bulletin, U. S., 82(1): 207-225.

-Nielsen, H.G. 1972. Age determination of the harbour porpoise *Phocoena phocoena* (L) (Cetacea). Vidensk meddr Dansk. Naturh. Foren. 135: 61-84.

-Nishiwaki, M. y T. Yagi. 1954. On the age determination method of the toothed whale by the study of the tooth. Proc. Japanese Acad., 30(5): 399-404.

-Nolasco-Pérez, S. 1992. Aspectos taxonómicos del delfín común (*Delphinus delphis* Linnaeus, 1758) en el Pacífico Nor-oriental Tropical. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM., 122pp.

-Noldus, L.P.J.J. and R.J.J. De Klerk. 1984. Growth of the skull of the harbour porpoise, *Phocoena phocoena* (Linnaeus, 1758), in the North sea, after age determination based on dentinal growth layer groups. Zool. Med. Leiden. 58(14): 213-239.

-Norris, K.S. and K.W. Pryor. 1970. A tagging method for small cetaceans. Journal of Mammalogy. 51(3): 609-610.

-Peralta-Pérez, M.A. 1994. Variación morfométrica con respecto a la edad y el sexo en el cráneo de *Phocoena sinus* Norris y McFarland, 1958. Tesis Licenciatura ENEP-

Iztacala, UNAM., 63pp.

-Peralta-Pérez, M.A., R.G. Moreno-Navarrete y A. Sanchez-Ríos. 1996. Craneometría en ejemplares de *Steno bredanensis* (Lesson, 1828), de un varamiento masivo en Campeche, México. XXI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, SOMEMMA, Chetumal, Q. Roo. 8-12 abril. P. 17.

-Perrin, W.F. 1972. Color patterns of spinner porpoises (*Stenella* cf. *Stenella longirostris*) of the Eastern Pacific and Hawaii, with comments on delphinid pigmentation. Fishery Bulletin, U. S., 70(3): 983-1003.

-Perrin, W.F. 1975. Variation of spinner and spotted porpoise (Genus *Stenella*) in Eastern Tropical Pacific and Hawaii. Bull. Scripps. Inst. Oceanogr. 21: 1-206.

-Perrin, W.F. and A.C. Myrick Jr. 1980. "Age determination of toothed whales and sirenians". Rept. Int. Whal. Commn. Special Issue 3, 229.

-Perrin, W.F and W.A. Walker. 1975. The rough-toothed porpoise, *Steno bredanensis*, in the Eastern Tropical Pacific. Journal of Mammalogy, 56(4): 905-907.

-Perrin, W.F., P.A. Akin and J.V. Kashiwada. 1991. Geographic variation in external morphology of the spinner dolphin, *Stenella longirostris*, in Eastern Pacific and implications for conservation. Fishery Bulletin, U. S., 89(2): 411-428.

-Perrin, W.F., G.D. Schnell, D.J. Hough, J.W. Gilpatrick Jr. and J.V. Kashiwada. 1994. Reexamination of geographic variation in cranial morphology of the pantropical spotted dolphin, *Stenella attenuata*, in the Eastern Pacific. Fishery Bulletin, U. S., 92: 324-346.

-Pirlot, P. 1976. Algunos aspectos de la evolución a la luz de la anatomía comparada del esqueleto. Pp. 327-388, *En*: Morfología evolutiva de los cordados. Ed. Omega, Barcelona, España, 966 pp.

-Rebach, S. and W.C. Cornell. 1968. A short method of preparing the teeth of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, for age determination. Journal of Mammalogy, 49(1): 163-163.

-Richardson, J.I. 1973. A confirmed occurrence of the rough-toothed dolphin (*Steno bredanensis*) on the Atlantic coast of the United States. Journal of Mammalogy, 54(1): 275.

-Romel, S. 1990. Osteology of the bottlenose dolphin. Pp. 24-49 *In* S. Leatherwood y R.R. Reeves (eds.), The Bottlenose Dolphin, Academic Press, San Diego, California, 653pp.

-Salinas-Zacarias, M. y P. Ladrón de Guevara-Porras. 1993. Riqueza y diversidad de

los mamíferos marinos. Revista Ciencias No. Especial 7. P. 85-93.

-Sanchez-Ríos, A., R.G. Moreno-Navarrete y M.A. Peralta-Pérez. 1996. Primer registro de un varamiento masivo del delfín de dientes rugosos *Steno bredanensis* (Lesson, 1828) en costas mexicanas. XXI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, SOMEMMA, Chetumal, Q. Roo. 8-12 abril. Pp. 17.

-Santos-Moreno, J. A. y Y. Hortelano-Moncada. 1997. La variación en mamíferos: una revisión de los enfoques metodológicos actuales. Acta Zool. Mex. (n. s.) 70:13-34.

-Schmidly, D.J. 1981. Marine mammals of the southeastern United States coast and the Gulf of México. U.S Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services, Washington, D.C. FWS/OBS-80/41. Pp. 101-103.

-Schnell, G.D., M.E. Douglas and D.J. Hough. 1985. Sexual dimorphism in spotted dolphins (*Stenella attenuata*) in the Eastern Tropical Pacific Ocean. Marine Mammal Science, 1(1): 1-14.

-Slooten, E. and S.M. Dawson. 1988. Studies on Hector's dolphin, *Cephalorhynchus hectori*: a progress report. Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue 9): 325-338.

-Smeenk, C., M.J. Addink and H. Richards. 1995. Some observations on the behaviour of wild rough-toothed dolphins *Steno bredanensis*. Abstracts of the Eleven Biennial Conference of the Biology of marine mammals. Orlando, Florida, USA. 14-18 december. Pp. 107.

-Stolen, M.K., W.E. McFee and B.G. Mase. 1999. Age and growth estimation of three mass strandings of rough-toothed dolphins (*Steno bredanensis*) in the Gulf of Mexico, Florida. Abstracts of the 13<sup>th</sup>. Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Wailea, Hawaii. November 28 – December 3, Pp. 180.

-Tinker, W. 1988. Whales of the world. E.J. Brill Leiden. N.Y. København. Köln. Bess Press, Inc. Honolulu, Hawaii. Pp. 122-124.

-Torre-Cosío, J. 1995. Descripción del esqueleto, dimorfismo sexual y crecimiento alométrico en el cráneo de la vaquita, *Phocoena sinus* (Cetacea:Delphinidae). Tesis de Maestría en Ciencias. ITESM Campus-Guaymas. 183pp.

-Turner, J.P. and G.A.J. Worthy. 1999. Growth and development in cranial characters in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Gulf of Mexico. Abstracts of the 13<sup>th</sup>. Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Wailea, Hawaii. November 28 – December 3, pp. 189.

-Van Waerebeek, K. 1993. Geographic variation and sexual dimorphism in the skull of the dusky dolphin, *Lagenorhynchus obscurus* (Gray, 1828). Fishery Bulletin, U. S.,

91:754-774.

-Vidal, O. 1991. Catalog of osteological collections of aquatic mammals from México. NOAA Tech. Rep. NMFS 97, 36pp.

-Vidal-Hernández, L.E. 1993. Variación geográfica de las dimensiones craneanas en toninas, *Tursiops truncatus*, del mar de Cortés, México. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM., 50pp.

-Walker, W.A., S. Leatherwood, K.R. Goodrich, W.F. Perrin and R.K. Stroud. 1986. Geographical variation and biology of the Pacific white-sided dolphin, *Lagenorhynchus obliquidens*, in the north-eastern Pacific. In: M.M. Bryden y R.R. Reeves (eds.) Research on Dolphins. Pp. 411-465. Oxford Univ. Press, Oxford.

-Watkins, W.A., P. Tyack, K.E. Moore y G. Notobartolo-di-Sciara. 1987. *Steno bredanensis* in the Mediterranean Sea. Marine Mammal Science, 3(1): 78-82.

-Würsig, B., T. A. Jefferson y D. A. Schmidly. 2000. Taxonomy, Evolution and Basic Morphology: Order Cetacea. In: The Marine Mammals of the Gulf of Mexico. Pp. 6-12. Texas A&M University Press College Station, 232 pp.

-Yoshida, H., M. Shirakihara, A. Takemura and K. Shirakihara. 1994. Development, sexual dimorphism and individual variation in the skeleton of the finless porpoise, *Neophocoena phocoenoides*, in the coastal waters of Western Kyushu, Japan. Marine Mammal Science, 10(3):266-282.