



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

CAMPUS IZTACALA

400282



61060

**ESTRUCTURA DE EDADES DE UNA VARAMIENTO  
MASIVO DE DELFIN TORNILLO ORIENTAL  
*Stenella longirostris*, GRAY 1828 (CETACEA:  
DELPHINIDAE), EN LA BAHIA DE LA PAZ BCS,  
MEXICO.**

BO1232/96  
Fig. 2

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**B I O L O G O**

P R E S E N T A :

**ALEJANDRO SANCHEZ RIOS**

DIRECTOR DE TESIS: DR. BERNARDO VILLA RAMIREZ



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.

**A mi madre  
que ha sido la luz  
que ilumina  
mi camino**

**A mis hermanos**

**A mis sobrinos**

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Bernardo Villa Ramírez, por permitirme integrarme al laboratorio de mamíferos marinos del Instituto de Biología, por acceder a dirigir mi trabajo de tesis, pero sobre todo por su amistad y apoyo en todo momento GRACIAS.

A mis revisores de tesis: Jorge Gersenowies, Monica Gonzáles, Alba Marques, Angel Morán y al Dr. Bernardo Villa.

Al personal del laboratorio de Anatomía Animal Comparada de la ENEP Iztacala y en especial al maestro Jaime Kurtz por toda su ayuda.

Al Dr. Rafael Lamothe del laboratorio de Helmintología, por permitirme el acceso al equipo de microfotografía y al Dr. Guillermo Salgado por el asesoramiento en el uso de este.

En la ciudad de La Paz al Dr. Luis Fleisher, por permitirme colaborar en la investigación a que refiere este trabajo, a Hector Pérez Cortes, por su hospitalidad y por su gran ayuda, al personal del CRIP que nos apoyo en este trabajo; al Dr. Arvizu del Centro de Investigaciones Biológicas, por permitirme el acervo fotográfico del varamiento y por la toma de muestras de la cría; al maestro Jorge Urbán de la UABCS por acceder a que tomara muestras de un ejemplar depositado en la institución; a Alejandra y Francisco, por su hospitalidad, pero aún mas por su gran amistad.

En San Diego Cal. al Dr. Albert C. Myrick Jr. por facilitarme bibliografía y por apoyarme en las lecturas de estimación de edad.

A José Antonio Santos, por su ayuda en la realización de esta tesis.

A Griselda Moreno y Rogelio Aguilar, por su gran ayuda y por su compañía desde hace algún buen tiempo.

Al Sr. Luis Jiménez por todos sus consejos durante mis estudios, pero también por su amistad.

A todos mis compañeros del Laboratorio de Mastozoología del Instituto de Biología.

A mis amigos.

## RESUMEN

La presente investigación informa sobre la estimación de edad de 70 ejemplares de delfín tornillo oriental Stenella longirostris varados el día 7 de agosto de 1993 en la bahía de La Paz B.C.S., México. La composición por sexos fue de 41 machos y 29 hembras. Se realizaron las preparaciones de 53 piezas dentales (32 machos y 21 hembras) mediante pulido a mano con lija de agua del número 600 hasta que se obtuvo una sección longitudinal de 150-180 micras, posteriormente se descalcificaron en ácido fórmico al 20% durante 60 min. para después aplicar la tinción con hematoxilina-eosina, los tiempos para la tinción fueron de 60 y 15 seg. respectivamente. Las preparaciones fueron montadas en resina sintética y se realizaron lecturas al microscopio óptico con aumentos de 10 y de 40x para zonas adyacentes a la cavidad pulpar. de los diferentes modelos probados, el de regresión lineal fue el que más se ajustó a los datos de edad contra longitud total (P.0001 para machos y P.0004 para hembras) y estableciendo la relación entre estas variables. Los histogramas de frecuencia marcan para ambos sexos, una tendencia de agrupamiento entre las edades de 9 a 13 años, presentando el mayor porcentaje en la edad de 9 años; la longitud total presentó un marcado agrupamiento entre 160 a 190 cm., presentando el porcentaje más alto entre 180 y 190 cm., referente al peso de los animales, el mayor porcentaje se encontró en el intervalo de 40 a 50 kg. Los análisis de variación sexual no mostraron diferencias significativas. De acuerdo con la longitud total la mayoría de los ejemplares del grupo varado eran sexualmente maduros. La técnica para estimar edad utilizada resultó satisfactoria. Los resultados de la presente investigación pertenecen al primer registro de varamiento masivo de esta especie en la zona de la bahía de La Paz.

## INDICE

<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES</b>	<b>11</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
<b>ZONA DE VARAMIENTO</b>	<b>15</b>
<b>MATERIAL Y METODOS</b>	<b>18</b>
Colecta y tamaño de la muestra	18
Toma de medidas dentales	19
procesamiento de muestras	19
Lectura de capas de dentina	20
Definición de un Grupo de Capas de Crecimiento	21
<b>RESULTADOS</b>	<b>23</b>
Composición por sexos	23
Composición por edades	24
Regresión lineal	27
Edades observadas	30
Longitud total	31
Peso	31
Medidas dentales	36
Preparación de las piezas dentales	36
<b>DISCUSION</b>	<b>39</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>45</b>
<b>APENDICE 1</b>	<b>46</b>
<b>APENDICE 2</b>	<b>47</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>48</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Formas del delfín tornillo en el Pacífico oriental tropical
- Figura 2 Características de las piezas dentales en un delfín
- Figura 3 Zona de Varamiento
- Figura 4 Composición por sexos del grupo varado
- Figura 5 Composición por sexos de la edad estimada
- Figura 6 Regresión lineal de la edad y la longitud total en machos
- Figura 7 Regresión lineal de la edad y la longitud total en hembras
- Figura 8 Histograma de frecuencias de edades observadas en ambos sexos
- Figura 9 Histograma de frecuencias de la longitud total para ambos sexos
- Figura 10 Histograma de frecuencias del peso para ambos sexos

## INTRODUCCION

### El delfín tornillo

El nombre común de delfín tornillo se le debe a su inusual conducta aérea. La especie Stenella longirostris (Gray, 1828), se encuentra ampliamente distribuida en aguas tropicales y subtropicales, a los miembros de esta especie se les conoce por su singular conducta de saltar fuera del agua y realizar rápidamente sobre su eje longitudinal aproximadamente cuatro giros antes de caer al agua (Hester et al., 1963; Norris et al., 1994).

### Características biológicas de la especie

Los delfines tornillo miden cerca de 1.5 a 2.2m., las hembras miden en promedio unos 4 cm. menos que los machos. El tamaño fluctúa entre las diferentes variantes geográficas. El delfín tornillo costarricense es el más grande alcanzando los adultos 2m. o más, mientras que la variante "oriental" más cercana es la más pequeña. El periodo de gestación es de 10.6 meses (0.88 años), el promedio de longitud de las crías al nacer es de 77 cm., la longitud total al primer año es de 132.5 cm., la longitud promedio de hembras sexualmente maduras es de 171.2 cm., las hembras alcanzan una talla máxima de 182 cm., el promedio de longitud de hembras cuando se presenta la madurez sexual es de 164.1 cm., la proporción de hembras en la población es de 0.510, la proporción de hembras reproductivamente adultas es de 0.432, la amplitud anual de hembras en gestación es de 0.339, la tasa anual de reproducción es de 0.075 (Perrin y Henderson, 1984).

### Ubicación taxonómica

De acuerdo con Barnes et al. (1985) la clasificación taxonómica de la especie es como sigue:

ORDEN: CETACEA (Brisson, 1762)  
SUBORDEN: ODONTOCETI (Flower, 1867)  
SUPERFAMILIA: DELPHINOIDEA (Gray, 1821)  
FAMILIA: DELPHINIDAE (Gray, 1821)  
SUBFAMILIA: DELPHININAE (Gray, 1821)  
GENERO: STENELLA  
ESPECIE: Stenella longirostris (Gray, 1828)

## Distribución mundial

Los delfines tornillo se encuentran como poblaciones oceánicas alrededor del mundo en aguas tropicales y subtropicales y también frecuentan playas continentales, islas oceánicas, y arrecifes. El delfín tornillo parece ser muy abundante en sus formas conocidas. Se ha informado como mas abundante en el Caribe (Caldwell et al., 1971, Erdman et al., 1973). Mead et al., (1980) registra varamientos para el golfo de México, y Leatherwood et al., (1983) describe su distribución como sigue:

"Los delfines tornillo se encuentran en el Océano Atlántico, Indico y Pacifico y se restringen a aguas tropicales y subtropicales y un poco menos a regiones de climas cálidos...Especímenes han sido colectados cerca de varias islas del Pacifico Sur, Australia, Islas Solomon, New Guinea, Indonesia, Japón, Ceylon (actualmente Sir Lanka), Madagascar, Africa del este y oeste, el Mar Caribe, la costa este de los Estados Unidos y el Golfo de México."

## El delfin tornillo en el Pacífico oriental tropical

Las tres especies de delfines mas involucradas en la mortalidad incidental de la pesquería de cerco del atún aleta amarilla son el delfín moteado (Stenella attenuata), el delfín tornillo (Stenella longirostris), y el delfín común (Delphinus delphis). Las estimaciones afirmaban que cerca de 250,000 de estos delfines morían incidentalmente durante las operaciones de cerco (Perrin, 1969; Allen, 1985).

Se realizaron esfuerzos para definir las poblaciones, historia de vida, parámetros y tendencias en la abundancia de delfines en el vasto océano donde la captura de atún toma lugar. Perrin y sus colegas investigaron los cambios de dirección de corrientes, termoclinas y el fondo marino en el cual muchos cetáceos se mueven (Perrin, et al. 1975, 1991; Perrin, 1990a).

Estos conocimientos permitieron saber que grandes poblaciones de delfín tornillo del Pacífico tropical oriental se congregan en esta zona formando una especie de flecha, ampliándose hacia fuera de las costas Mexicanas, de América Central y el norte de las costas de Sudamérica y con un estrechamiento al oeste. En esta área la termoclina es somera a la costa y desciende gradualmente al oeste. La termoclina concentra organismos

pelágicos y sobre los cuales los delfines y los atunes se asocian para alimentarse (Perrin, 1969).

En esta gran área pesquera, los oceanógrafos biológicos han sido capaces de discernir ambientes locales con ciertas especies de delfines que tienden a congregarse. Por ejemplo, las zonas de divergencia en los márgenes de corriente y "divisiones de corriente" ambas zonas concentran organismos alimenticios y como resultado son altamente frecuentadas por delfines (Au et al., 1979, Reilly, 1990).

Se han definido dos especies pares de delfines, presentándose modalmente en diferentes masas de agua en el Pacífico tropical oriental. Aunque a veces cada especie se sobrelapa con su par, el delfín tornillo y el delfín moteado (Stenella longirostris y S. attenuata) es la asociación primaria en aguas superficiales, se sitúan cerca de los 10° de latitud fuera de las costas del sur de México, y con aguas tropicales estacionales al sur de las Islas Galápagos de el otro lado del ecuador. La otra especie par menos definida es la del delfín común y el delfín listado (Delphinus delphis y S. coeruleoalba) que son más abundantes en aguas de transición al norte y sur del hábitat de los delfines tornillo y moteado (Au et al., 1979, 1986). La distribución del delfín listado puede considerarse como un intermedio entre la distribución del delfín común y los delfines tornillo y manchado. Este patrón de separación se presenta en todo el año y parece estar relacionado con la termoclina profunda y con la densidad del agua superficial (Reilly, 1990; Reilly y Fiedler, 1991).

Con la limitación del tamaño de dientes, los cetáceos generalmente son capaces de alguna adaptación a los recursos alimenticios locales debido a la gran variación de alimento. Por instancia, en el Pacífico oriental tropical, los delfines tornillo y moteado se encuentran frecuentemente nadando juntos durante el día en grandes agrupaciones, pero se alimentan en diferentes tiempos en el transcurso del día (Fitch y Brownell, 1968; Perrin et al., 1973; Scoth y Wussow, 1983). Los delfines tornillo se alimentan durante la noche, usualmente de presas que presentan migraciones verticales y pueden bucear 200m. o mas, mientras que los delfines moteados, al menos en el área de atún del Pacífico oriental, son consumidores diurnos o crepusculares con cerca de 30 m. de la superficie (Fitch y Brownell, 1968; Scoth y Perryman, 1991).

Los delfines tornillo capturados por la tarde, en las operaciones de pesca del atún en el Pacífico oriental tropical, típicamente presentan estómagos vacíos, mientras que los delfines moteados que se capturan al

mismo tiempo, presentan sus estómagos con alimentos frescos (Perrin et al., 1973; Norris y Dohl, 1980a).

Norris y Dohl (1980b) han especulado que la asociación en aguas abiertas entre los delfines tornillo y moteado pudiera ser un arreglo para protegerse de depredadores mientras descansan, a la vez que los demás miembros de la especie par se encuentran totalmente alertas y alimentándose. Aunque los tornillos se asocian con los moteados durante el ida, en el Pacífico oriental tropical aún no es claro si existe una relación recíproca.

### Variación intraespecífica

Perrin (1975) y Perrin et al. (1979) describen formas que han servido como unidades "stocks" para el manejo de poblaciones de delfines muertos incidentalmente en la pesquería del atún aleta amarilla. Las unidades de manejo han sido conocidas como las formas "Costa Rica", "oriental", "panzablanca norteña" y "panzablanca sureña". La distribución geográfica de las formas oriental y panzablanca se sobrelapa ampliamente.

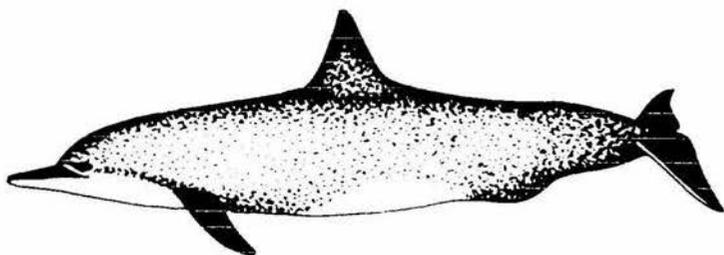
Los resultados de un estudio genético indican intercambio substancial de DNA mitocondrial entre las formas oriental y panzablanca (Dizon et al., 1990). Mas recientemente, Perrin (1990b) describe dos subespecies, Stenella longirostris centroamericana y S.l. orientalis, basadas sobre las formas Costa Rica y oriental, y derivadas de la especie pantropical de delfín tornillo Stenella longirostris longirostris, una forma que se presenta en el Pacífico central y occidental, Océano Índico y Atlántico.

Perrin y sus colegas se dieron cuenta que, aunque algunas poblaciones de delfín tornillo viven completamente en mar abierto muy alejadas de la tierra, muestran diferencias regionales en morfología. El delfín tornillo oriental se encuentra muy diferenciado de otras formas (Perrin, 1975; Perrin et al., 1979; Perrin, 1990b), el cual se presenta en un triángulo de mar cerca de la punta de Baja California, México, a 10° S latitud fuera de las costas de Perú, y alejado de las playas cerca de 145°W, 10°N. Stenella longirostris orientalis es un animal largo grisáceo, con el patrón básico de pigmentación de los tornillos solo que más oscuro. En ambos sexos del delfín tornillo oriental, el vientre blanco se restringe a parches en áreas axilares y genitales (Perrin et al., 1991).

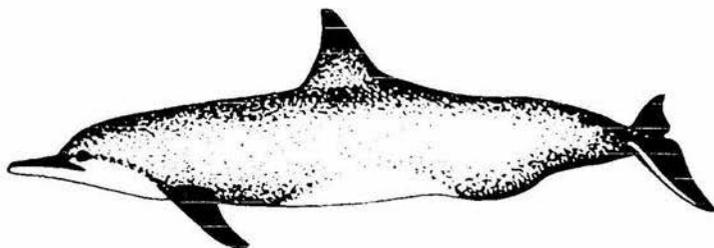
Además de ambas distinciones la joroba postanal (una protuberancia de tejido conectivo localizada posterior al ano, se sugiere que puede servir

como una característica sexual secundaria, para que las hembras en estro puedan identificar machos de la misma especie en agregaciones mezcladas), y la aleta dorsal son características sexuales dimórficas (fig. 1). En aproximadamente el 70% de los machos tornillo oriental, la aleta dorsal esta con el borde hacia adelante como si fuera "hacia atrás", y la joroba postanal es muy larga. El borde de la aleta es muy reducido en poblaciones adyacentes de delfín tornillo. Además de que el grado de inclinación de la aleta hacia adelante se correlaciona con el tamaño de la protuberancia postanal (Ellis, 1989).

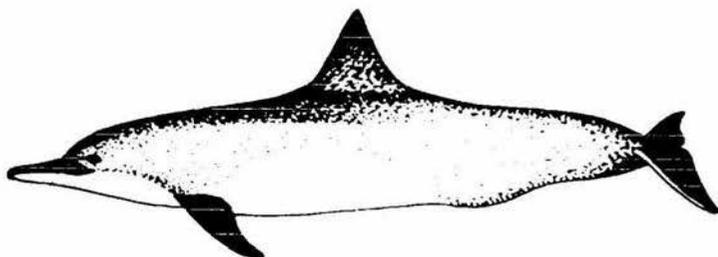
Costa Rica



Oriental



Panzabianca



Hawaiano

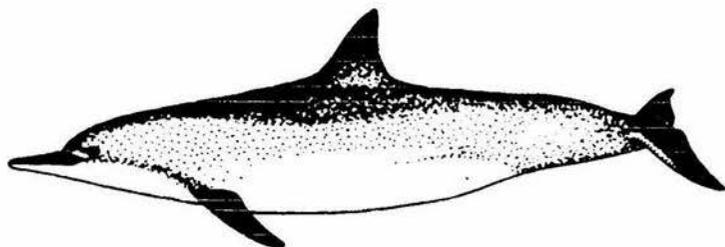


Fig. 1. Formas de delfín tornillo en el Pacífico oriental tropical, la forma oriental presenta ambas distinciones la aleta dorsal hacia adelante y la quilla o joroba postanal (Perrin, 1972).

## **Importancia de la edad en estudios poblacionales**

Uno de los puntos clave más importantes para conocer el estado de una población consiste en conocer las edades de los individuos que la componen (estructura de edades). Desde la década de 1950, cuando se desarrollaron técnicas para determinar la edad de los mamíferos marinos, se han estudiado en detalle las características del ciclo de vida de varias especies de estos animales. Los efectos sobre una población debidos a la explotación directa o indirecta y a la mortalidad masiva se detectan a través de cambios en la naturaleza del ciclo de vida, y los protocolos de manejo y conservación se basan, en parte, en el grado de alteración de ellos (Fernández, 1992).

## **Utilidad de los tejidos dentales**

Los tejidos dentales en todos los delfinidos tienen un patrón común básico de depositación y distribución. El diente de un delfín recién nacido consiste de una capa cónica y delgada de esmalte, formada prenatalmente cubriendo la dentina prenatal y parte de una delgada capa de dentina neonatal. Estas capas se alojan internamente rodeando la cavidad pulpar. El cono neonatal o "línea neonatal" en esta sección, es la primera de una serie de capas depositadas internamente cuyos conos comprenden los GCC (Grupos de Capas de Crecimiento) de dentina postnatal, el número de GCC depende de la longevidad de vida del delfín y la tasa de depositación (Myrick et al., 1983).

Mientras el delfín madura la dentina continúa acumulándose sobre la pared de la cavidad pulpar, el volumen de la cavidad pulpar decrece en forma paulatina y sucesivamente los GCC se vuelven más delgados. Es típico, que en las últimas formaciones de dentina en algunas regiones de delfines viejos, el tejido muestra incrementos irregulares de GCC. Es por esto que en regiones muy interiores la dentina puede resultar indiscernible. La cavidad pulpar tiende a estrecharse o cerrarse. Si un delfín vive más allá del tiempo en que se presentan estas condiciones, la dentina quizá no pueda ser usada para estimar correctamente la edad de un delfín (Myrick et al. 1983; Hui, 1978,1980).

En delfines los dientes más largos y en donde las capas pueden presentarse en forma más uniforme es en la región central de la maxila o la mandíbula (Hui, 1978; Akin, 1988). Aunque Myrick (1991) menciona que en cada diente de un delfín la depositación de capas ocurre al mismo tiempo, en la misma secuencia y con patrones virtualmente idénticos y que todo esto

indica que absolutamente todos los dientes de un delfín están bajo una regulación sistemática.

### **Morfología del diente**

El diente de un mamífero consiste básicamente de la corona y la raíz, y se encuentra adherido al alvéolo (alvéolo óseo) por el ligamento periodontal. La superficie externa de la corona esta compuesta de esmalte, mientras que la de la raíz esta compuesta de cemento. El esmalte y el cemento convergen en el cervix o cuello del diente, designándose unión cemento-esmalte (unión amelocementaria). Enseguida del esmalte y al cemento se encuentra la dentina, la cual da el volumen al diente. Hacia la parte central del diente se encuentra la pulpa dental compuesta de tejido conectivo fibroso; el cuál es reemplazado por elementos nerviosos y elementos linfáticos vasculares. Esta entrada de elementos proporciona sostén al diente desde el ápice hasta el forámen apical o sea la abertura que va del ápice a la raíz (Ash, 1986).

Los cuatro tejidos dentales son esmalte, cemento, dentina y la pulpa. Los primeros tres se conocen como tejidos duros y el último como tejido blando. El tejido pulpar suministra sangre e inervación al diente.

### **Esmalte**

El esmalte es de origen acelular y por lo tanto es imposible regenerarse. Es la única parte del cuerpo que no tiene poder regenerativo. Esta cubierta de la corona es el material más duro y el más quebradizo del cuerpo, teniendo una dureza de 5 a 8 en la escala de 10 (talco=1 y diamante=10). Está compuesto de 96% de material inorgánico principalmente cristales de apatita, fosfato de cal nativo cristalizado), 4% agua y 0.5% substancias orgánicas (eukeratina y glicoproteínas). A estas propiedades físicas, se debe que el esmalte tiene fuerza propia. Sin embargo, la dentina que se encuentra por debajo, por elasticidad propia funciona recíprocamente y proporciona la fuerza necesaria al esmalte. El tejido está compuesto de un número de prismas de esmalte (varillas). Los prismas se dirigen dentro de una dirección general en ángulos rectos a la superficie de la dentina, pero pasan a lo largo de cursos oblicuos u ondulados, formando patrones de tal forma que minimicen la probabilidad de agrietamiento durante la masticación (Young, 1980).

## **Dentina**

La dentina constituye la parte más grande del diente y es avascular. La dentina forma células (odontoblastos) y se localizan en la capa circumpulpar, pero las proyecciones protoplásmicas se extienden dentro de la substancia intercelular en túneles conocidos como tubulos dentiales. La composición promedio de la porción inorgánica es 67% (principalmente cristales de apatita), mientras que el promedio de la porción orgánica es 20% (la mayor parte colágeno y elastina) y el 13% en promedio es agua. La dentina no es tan dura como el esmalte, pero sí es más dura que el hueso (Young, 1980; Ash, 1986).

La matriz de la dentina consiste de estriaciones delicadas las cuales representan depositaciones cíclicas. Estas estructuras finas son llamadas "imbricaciones líneas de Von Ebner" y muestran desarreglos en el metabolismo del calcio. Estas líneas son consideradas comúnmente por su formación regular a través del tiempo y son utilizadas para determinar la edad de animales de muchas especies. La "línea neonatal" uno de los contornos de Owen, separa la dentina prenatal de la dentina postnatal y es un registro del stress adaptacional de los recién nacidos al nuevo ambiente (Shour, 1936; Nishiwaki y Yagi, 1953).

## **Cemento**

El cemento actúa como una estructura adherente para el ligamento periodontal, el cual a su vez le sirve como ancla al diente en el alvéolo. El cemento cubre la dentina de la raíz a la unión cemento-esmalte. Su formación es rápida tanto en la región apical como en la cervical y se encuentra bordeado lateralmente por el ligamento periodontal. De los componentes del diente calcificado es tal vez el menos duro, asemejándose al hueso más que a la dentina o el esmalte. El principal componente orgánico de la matriz es el colágeno embebido en substancias interfibrilares de glicoproteína. La forma mineral del cemento, parecida al hueso, esmalte y dentina es la apatita (Young, 1980).

El desarrollo y calcificación de la matriz comienza con la dentina y se continúa al exterior dentro del ligamento periodontal. El proceso es cíclico y se denota como "líneas de imbricación" las cuales siguen el contorno de la raíz. Nuevamente el cemento formado se deposita directamente sobre el más viejo y el menos vital. Las capas sucesivas o laminado se les llama "líneas de descanso". Así como el cemento pierde su vitalidad o eficiencia funcional, responde ayudando a la aposición. El laminado, no siempre es

uniforme más que la raíz entera, pero ofrece ayuda al crecimiento compensando regionalmente la reacción en áreas donde se dan los estímulos (Hui, 1978).

## ANTECEDENTES

Desde el año de 1845 donde Owen documenta la existencia de "capas concéntricas de dentina" en dientes de odontocetos y, similarmente, la aparición de una estría opaca o "capas concéntricas" en secciones pulidas de dientes de pinípedo, se han venido utilizando en varias especies de mamíferos marinos (Hohn, 1980).

El trabajo pionero de Sheffer (1950), describe capas de crecimiento en diente de lobo fino y se demuestra el valor de los estudios en dientes de mamíferos marinos. Un logro significativo fue el estudio realizado por Sergeant (1959) en capas de crecimiento en diente de delfín nariz de botella Tursiops truncatus en cautiverio por más de nueve años. El número de capas de dentina que se obtuvo fue igual al conocido (para los nacidos en cautiverio) o aproximado a la edad conocida (numero de años en cautiverio más la estimación de la edad a la captura) de los animales. Estos resultados establecen el aprovechamiento de dichas capas para la estimación de edad, al menos en delfín nariz de botella. En los siguientes años Sergeant desarrolla la técnica de estimación en dientes, la cual ha sido aplicada a muchas especies de odontocetos (Hohn, 1990).

Desde el trabajo de Sergeant los grupos de capas de crecimiento se han usado ampliamente para la determinación de edad en odontocetos. Muchos de los trabajos se han centrado sobre la aplicación directa de la técnica predominantemente en especies implicadas en las pesquerías, por ejemplo, ballena de esperma (Rice et al., 1986; Best, 1970; Ohsumi et al., 1963), delfín nariz de botella (Hohn, 1980, 1990; Hui, 1978, 1980; Kimura, 1980; Myrick, 1990; Rebach et al., 1968; Sergeant et al., 1973; Fernández, 1992), delfín listado (Calzada, et al., 1994), ballena piloto (Kasuya et al., 1984; Egado, 1989), orcas (Christensen, 1984), vaquita (Hohn et al., 1993; Peralta, 1994), género *Stenella* (Akin, 1988; Douglas et al., 1986; Kasuya, 1972; Klevezal et al., 1984; Mead et al., 1980; Myrick et al., 1983, 1984; Perrin et al., 1975, 1977).

En cuanto a trabajos sobre poblaciones, Perrin et al. (1977) estimó parámetros de la historia de vida y contribuyeron al conocimiento de las poblaciones del delfín tornillo oriental en el impacto de la mortalidad incidental en la pesquería del atún aleta amarilla, utilizando datos de 2675 ejemplares colectados de 1968 a 1975. Sugieren tres hipótesis de depositación de grupos de capas de crecimiento: I) 1.5 capas por año II) 1.5 capas en el primer año, y posteriormente una capa por año y III) 1.5 capas

hasta la pubertad y una capa por año posteriormente. Sus conclusiones favorecen la segunda hipótesis.

Hui (1978) realizó un experimento para definir la posible relación entre la alimentación y los patrones de crecimiento en dientes, y concluye que aunque no se utilizó ningún análisis estadístico, y el patrón de arreglo en dientes en Tursiops truncatus no es provocado por la variación en la dieta. Paralelamente a este experimento trata de inferir la relación entre la influencia lunar y el arreglo del patrón dental. Concluyendo que los ciclos lunares no son un estímulo primario en la formación de capas dentinales.

Klevezal et al. (1983) analiza muestras de dientes en Stenella attenuata y Stenella longirostris para identificar marcas en capas de crecimiento de dentina, las cuales son indicadores de nacimientos de crías. Ellos encontraron capas teñidas marcadamente, y que el número de estas marcas en las capas de dentina de hembras probablemente indican el número mínimo de nacimientos. También mencionan que en el futuro los estudios del conteo de estas marcas pudieran usarse en la estimación de frecuencias de nacimientos, la variación de nacimientos por año y la mortalidad de crías en odontocetos.

Myrick et al. (1983) sugieren técnicas de preparación y examinación, además de los criterios usados en la estimación de edad en el delfín tornillo Stenella longirostris y el delfín moteado Stenella attenuata. Ellos mencionan que un grupo de capas de crecimiento se compone de dos capas delgadas y claras y dos capas gruesas y teñidas y que se deposita anualmente. También mencionan que los grupos de capas de crecimiento en el cemento están compuestos de una capa gruesa y una capa delgada ambas teñidas y que usualmente se deposita a una frecuencia de uno por año, pero que quizá puede ser depositado cada año o dos o tres por año.

Myrick et al. (1984) realiza una investigación muy importante para la calibración de capas dentales en delfín tornillo Hawaiano, basados en marcas de tetraciclina administrada a siete delfines en cautiverio. Por medio de múltiples suministros de tetraciclina y a través de varios años, encuentran que cada grupo de capas de crecimiento contenían trece capas mensuales lunares, esto les ayudó para determinar la edad, mes y año de nacimiento de los delfines analizados. De la misma manera, mencionan que todos los ejemplares depositaron aproximadamente la misma capa de dentina en el mismo año de vida. Y que el tiempo de calibración de capas de crecimiento en cemento, muestran que se deposita anualmente, pero en algunos casos los grupos de capas de crecimiento fueron formados cada dos años o dos veces al año.

Perrin y Henderson (1984) con una muestra de 4000 ejemplares pertenecientes a dos diferentes poblaciones de delfín tornillo Stenella longirostris, aportan datos reproductivos y de crecimiento. Ellos concluyen que una comparación realizada entre las dos poblaciones no confirma la hipótesis de densidad-dependencia en el incremento de la tasa reproductiva que se presenta en el delfín tornillo.

Akin (1988) llevó a cabo una investigación sobre la variación geográfica en relación a la morfología del diente y sus patrones en el delfín tornillo Stenella longirostris. El análisis incluyó 16 caracteres del diente en 277 ejemplares colectados en diferentes localidades en el Pacífico oriental. La conclusión a la que se llega es que las diferencias en las características del diente no están asociadas con la talla de los ejemplares; sin embargo se encontró que algunas variables dentales se asociaban con poblaciones diferenciadas de delfín tornillo.

## Varamientos

Debido a que son de hábitos pelágicos, los delfines tornillo no se encuentran con frecuencia varados, sin embargo se han registrado algunos varamientos sencillos (Schmidly y Shane 1978; Shane 1977) y dos varamientos masivos, ambos en Florida. Layne (1965) informa de 3 animales que vararon en Dog Island sobre las costas del Golfo de México en 1961, y Mead y sus colegas (1980) describen 28 en el área de Casey Key, cerca de Sarasota, en Julio de 1976, Frazier (1996) informa sobre un registro de varamiento masivo de 18 ejemplares de Stenella longirostris en Dzilam de Bravo, Yucatán, México.

Rizo-Díaz (1990) realizó un análisis y obtuvo toda la información existente de los registros de varamientos de cetáceos acontecidos en la Bahía de La Paz en el presente siglo, y en el cuál no se presenta ningún registro de delfín tornillo en el área. Con base en esto el presente estudio es resultado del primer registro de varamiento masivo para la zona.

Debido al primer registro de varamiento masivo de delfín tornillo para la zona, su importancia en la pesquería comercial del atún aleta amarilla en el Pacífico oriental tropical y como base para estudios posteriores, se plantean los siguientes objetivos:

## OBJETIVO GENERAL

Determinar la estructura de edades del grupo de delfines tornillo oriental Stenella longirostris varados el día 7 de agosto de 1993, en la bahía de La Paz B.C.S., México.

## OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar las clases de edad de los ejemplares en base a la lectura de Grupos de Capas de Crecimiento en Dentina.
- Realizar una curva de crecimiento de los ejemplares varados.
- Determinar si existe variación sexual con respecto a la edad, longitud total y peso de los ejemplares del grupo varado.

## ZONA DE VARAMIENTO

La Bahía de La Paz, se localiza en la costa suroccidental del Golfo de California, entre los paralelos 24° 46 y 24°07 N. y los meridianos 110° 18 y 110° 38. Tiene un área aproximada de 1632.6 km cuadrados y una línea de costa de 127 km. (a partir de Cabeza Mechuda en el extremo noroeste, hasta Punta Coyote en el sureste). Se encuentra comunicada con el Golfo de California por una gran abertura al noreste, entre Punta Cabeza Mechuda e Isla La partida y al sureste por el canal de San Lorenzo (Murillo, 1987 en Rizo-Díaz, 1990).

La temperatura superficial del agua de mar en la bahía, en el invierno oscila entre 21 y 22.9°C; para la primavera entre 22.9°C y 25.2°C. (Las estaciones de invierno y primavera son consideradas como la estación fría para la Bahía). La estación cálida encuentra su máximo valor al final del verano, cuando se registran temperaturas menores o iguales a 30.3°C. La estación templada (otoño), presenta un valor promedio de temperatura de 26.4°C (Auriolés et al. en prensa en Rizo-Díaz, 1990).

En cuanto a la batimetría el área de la Bahía es irregular; las playas son arenosas con declives graduales, cuyas profundidades no son mayores al metro y medio en su línea de costa, seguidos por diversas cuencas de profundidad no conocida cerca de la misma. El cuerpo de agua de la Bahía de La Paz, presenta un régimen de marea, mixto semidiurno, registrándose entre julio y septiembre los niveles más bajos de marea (Rizo-Díaz, 1990).

El movimiento de las aguas superficiales del Golfo de California, se encuentra relacionado con los patrones de viento. Los registros indican un patrón general en todo el Golfo, con flujo hacia el sur en el invierno y al norte en verano. Durante la primavera y el otoño el flujo puede ser en diversas direcciones, es decir, que en el invierno puede estar caracterizada por una corriente hacia el sur en todo el golfo y en verano hacia el norte, estas corrientes, al interactuar forman gradientes térmicos horizontales muy marcados, indicativos de frentes oceánicos (Granados-Gallegos et al., 1974; Alvarez-Borrego, 1983; Murillo. 1987 en Rizo-Díaz, 1990).

El grupo de delfines tornillo oriental (Stenella longirostris), varó el día 7 de agosto d 1993; aproximadamente a 20 km. al SW de la ciudad de La Paz, dentro de la Ensenada de Aripes en la parte más interior de la Bahía de La Paz (fig.2).

La Bahía de La paz se considera como una trampa natural donde los cetáceos encuentran la muerte, cuando estos entran a la bahía por la boca noreste (quizá de regreso del alto Golfo de California) pegados a la costa oriental de la península, confundiendo la salida de la bahía con la angosta boca de la Ensenada de La Paz por la que entran y salen topándose con los bancos de arena que quedan al descubierto al bajar la marea quedando atrapados (Gilmore, 1957 en Rizo-Díaz, 1990).

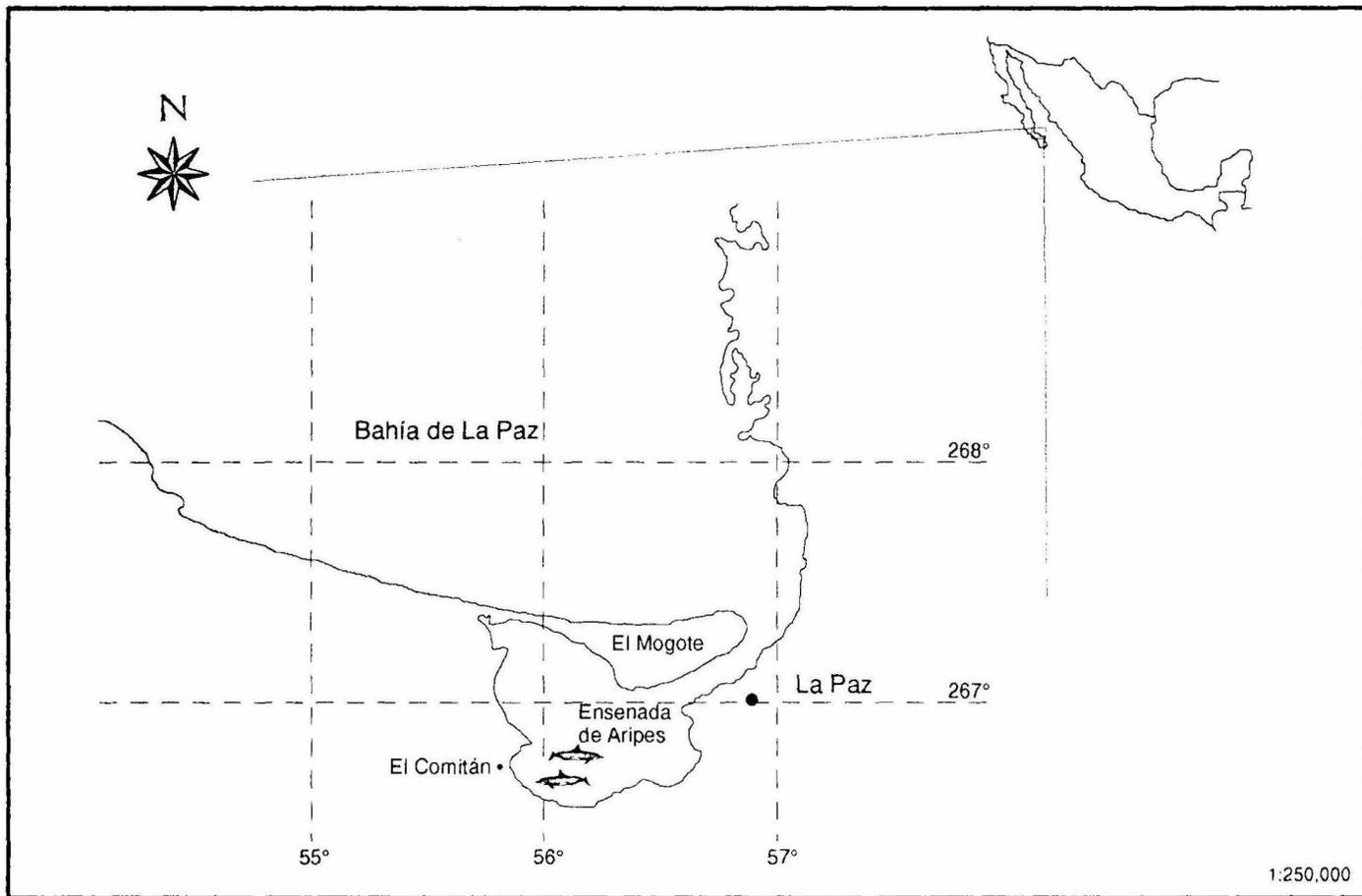


Fig. 2 Zona de varamiento, el cual tuvo lugar en la Ensenada de Aripes, la parte más interior de la Bahía de La Paz, aproximadamente a 20 km de la ciudad de La Paz BCS, México (Fuente INEGI, Carta Geográfica G12-10-11).

## MATERIAL Y METODOS

El grupo de delfines se componía de aproximadamente 150 individuos (Arvizu, comn. pers.1993) y que al parecer pudieron estar alimentándose ya que se pudo ver abundante pescado cerca de los delfines, esto concordando con la bajamar propiciando que 70 animales quedaran varados (29 hembras y 41 machos)

Del total de los ejemplares 68 fueron depositados en una planta congeladora de atún en el área de pichilingue, los cuales quedaron a cargo del CRIP-LA PAZ; una cría macho de 98 cm. fue depositada en el CIB-LA PAZ con fines didácticos y un ultimo ejemplar hembra el cual varo hacia la salida de la bahía y que fue recuperado por personal del laboratorio de mamíferos marinos de la Universidad Autónoma de Baja California Sur y depositado en el mismo.

### Colecta y tamaño de la muestra

Se extrajeron las piezas dentales de 51 animales (32 machos y 21 hembras) de los que estaban a cargo del CRIP-LA PAZ, además de la cría a cargo del CIB-LA PAZ y de el ejemplar depositado en la UABCS, dando un total de 53 ejemplares muestreados.

Las necropsias se realizaron en las instalaciones de el CRIP-LA-PAZ de la sig. manera: Un día antes de la necropsia se transportaban los ejemplares de la planta congeladora a las instalaciones de el CRIP, allí se dejaban descongelar durante toda la noche y parte de la mañana. Se procedía a pesarlos en una báscula industrial digital y posteriormente se tomaban las medidas correspondientes (Apéndice 1y2), se extraían muestras orgánicas, de tejido y piezas dentales, inmediatamente eran descarnados y el esqueleto puesto a secar al rayo del sol.

Los dientes fueron tomados directamente por extracción de la porción media de la mandíbula, esto con la finalidad de estandarizar la muestra ya que en esta parte de la mandíbula el desgaste es menor, así como la posibilidad de que sufra roturas (Akin, 1988).

Para la extracción de los dientes se utilizó un bisturi y unas pinzas de disección; primeramente se realizó una serie de incisiones sobre los bordes de un grupo de cinco dientes hasta que se lograba despegar la carne, posteriormente con las pinzas de disección se extraían los dientes para después quitarles el exceso de carne y lavarlos hasta dejarlos lo mas limpio

posible. Una vez limpios se colocaron en pequeñas bolsas de plástico con un rotulo que indicaba la fecha y el número de catálogo asignado al ejemplar en turno (Jefferson et al., 1994).

### **Toma de medidas dentales**

Se tomaron medidas de un grupo de 5 piezas dentales para cada ejemplar con la finalidad de relacionar los datos y establecer una posible relación entre las medidas del diente con la longitud total, así como con las estimaciones de edad.

El presente estudio tomo en cuenta dos medidas, la longitud total del diente tomada del ápice a la raíz y el diámetro tomado a la altura del cuello (Akin, op. cit.). Para la toma exacta de los datos se utilizó un vernier digital.

### **Procesamiento de muestras**

Se decidió seguir la técnica descrita por Gaskin y Blair (1977) en Phocoena phocoena y modificada por Peralta-Pérez (1994) para Phocoena sinus en el procesamiento de los dientes; las razones por las que se decidió utilizar esta técnica es por que ofrece ciertas ventajas por ser manual y ofrecer buenos resultados además de ser económica. El proceso engloba cuatro pasos principales que son: Seccionamiento, Descalcificación, Tinción y Montaje.

**Seccionamiento:** Las piezas dentales fueron esmeriladas en sentido longitudinal hacia su parte media, para esto se utilizó lija de agua del numero 600, esto se realizó hasta que se obtuvo un grosor de entre 150-200 micras.

**Descalcificación:** Una vez obtenida la sección se procedía a descalcificarla en ácido fórmico al 20% durante 60 minutos (se estableció la media de 60 min. con un rango de 120-30 min.), con revisiones periódicas cada diez minutos. Cuando el diente se ponía flácido era indicación de que se ha descalcificado. Una vez descalcificada la sección se lavo con agua corriente y después con agua destilada esto con la finalidad de remover los residuos de ácido.

**Tinción:** Se utilizó la técnica de hematoxilina-eosina y se llevo a cabo de la siguiente manera:

a) En una caja de Petri ayudado de un triángulo de vidrio y sobre un portaobjetos se colocó la sección después de descalcificada.

b) Se le aplicaron de 2 a 3 gotas de Hematoxilina de Harris durante 45 seg. retirando al colorante al termino del tiempo con agua corriente y finalmente con agua destilada.

c) Posteriormente se aplicó la eosina durante 15 seg.

d) Se retiro la eosina con alcohol al cincuenta por ciento, iniciando así la deshidratación que se continuo con alcohol al sesenta, setenta, ochenta, noventa y seis por ciento, alcohol-xilol y finalizando con xilol, cada uno durante diez minutos.

Montaje: Antes de montar la preparación se observa al microscopio para verificar la correcta tinción, después se montó en resina sintética y se rotulo con los sig. datos: Fecha de preparación, especie y número de catálogo.

### **Lectura de capas de dentina**

Para un mejor entendimiento del tema consideraremos las características del diente y sus componentes principales de acuerdo a Myrick et al., 1983. (Fig. 3)

1.- Una delgada capa de esmalte cubriendo la corona , la raíz esta cubierta de cemento y ambas son divididas en la región cemento-esmalte.

2.- La dentina prenatal

3.- La línea neonatal, la cual nos sirve para diferenciar la dentina prenatal de la postnatal.

4.- La dentina postnatal, que se agrupa formando Grupos de Capas de Crecimiento

5.- La cavidad pulpar, la cual decrece a medida que se depositan la capas de dentina.

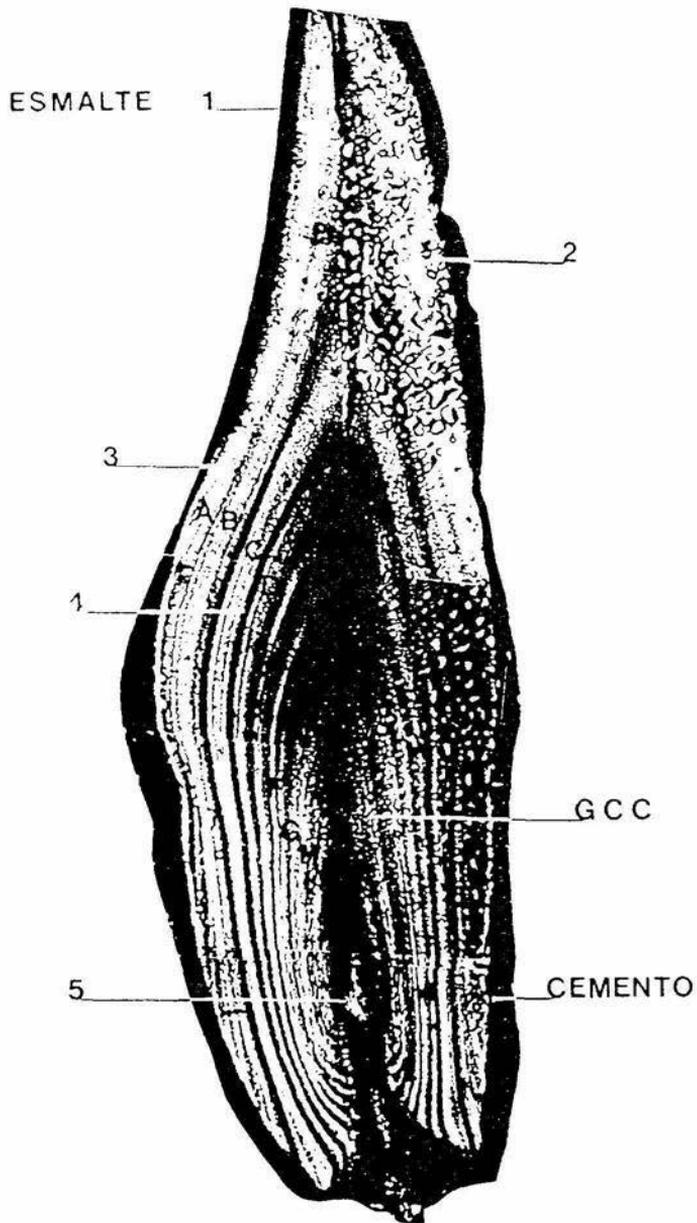


Fig. 3. Características de la pieza dental de un delfin, los Grupos de capas de Crecimiento (GCC) se forman a partir de la línea neonatal y hacia la cavidad pulpar.

## **Definición de un Grupo de Capas de Crecimiento**

Idealmente, cada GCC (el cual se ha calibrado para esta especie y representa un año), consta de: Una capa delgada, clara teñida o no teñida (comenzando desde la línea neonatal), y siguiendo hacia la cavidad pulpar por una capa densa, oscura, otra capa clara y una segunda capa densa, oscura. Un GCC se considera completo cuando presenta estas cuatro capas (Myrick et al., 1983).

Las preparaciones fueron analizadas al microscopio óptico con aumentos de 10x y a 40x en zonas adyacentes a la cavidad pulpar. Se tomo en cuenta los métodos que sugieren Myrick (1983) y colaboradores. Todas las preparaciones se analizaron por lo menos en 3 ocasiones, se tomaron microfotografías y se ampliaron para tener una mayor seguridad en las estimaciones, una muestra fue analizada por el Dr. Albert C. Myrick Jr. del Southwest Fisheries Center de La Jolla, Cal. con la finalidad de unificar criterios en la lectura de capas, siendo compatibles los resultados.

## **Tratamiento estadístico**

Se aplicó a los datos un modelo de regresión de tipo lineal para establecer la relación entre la edad observada y la longitud total, este análisis se presenta tanto para machos como para hembras, de este análisis presentamos la ecuación de la regresión, se realizaron los histogramas correspondientes para las edades observadas, la longitud total y el peso, para la elaboración de estos análisis se utilizaron los paquetes estadísticos **SAS (Statistical analysis system)** y **EXCEL Ver. 4.0**.

## RESULTADOS

Un total de 53 piezas dentales correspondientes a 21 hembras y 32 machos fueron preparadas mediante la técnica de pulido a mano y teñidas con hematoxilina-eocina. Los tiempos que se utilizaron en cada uno de los pasos del proceso se escandalizaron de la siguiente manera: Descalcificación en ácido fórmico al 20%, 60 min. (intervalo de 120-30 min.), tinción con hematoxilina 60 seg., tinción con eocina 15 seg. El montaje en resina sintética resultó aceptable, aunque se deberán de tomar algunas precauciones - que se discutirán más adelante - para lograr una correcta preparación, la lectura de los grupos de capas de crecimiento depende totalmente de una buena preparación del diente.

La lectura de las preparaciones se realizó a 10 y 40X en zonas adyacentes a la cavidad pulpar; sin embargo varios investigadores informan haber realizado lecturas a 100X, la presente investigación ofrece las lecturas de edad mínimas para cada ejemplar, es decir, las capas de dentina que se contaron con seguridad y con el debido cuidado en las cercanía a la cavidad pulpar.

Se obtuvieron las edades observadas de todos los individuos (n=53), siendo el animal más pequeño un macho de 98.5 cm. de longitud y con una edad observada de .4 años; el individuo que resultó con el máximo de edad fue un macho de 181 cm. de longitud con 18 años (Apéndice 1y2). Se realizaron los histogramas de frecuencias para cada una de las variables contempladas en los objetivos del presente trabajo.

### Composición por sexos

En cuanto al número total de ejemplares varados, los machos (n=41) corresponden al 58.57 % , mientras las hembras (n=29) ocupan el 41.43 % del total (fig. 4).

Por otra parte, las piezas dentales analizadas correspondería a los machos el (n=32) 60.38 %. y a las hembras (n=21) 39.62% del total (fig. 5).

## Composición por edades

La composición de edades para ambos sexos se resumen en diez grupos: <1 GCC=1(1.88%); 1-3 GCC=2(3.77%); 3-5 GCC=3(5.66%); 5-7 GCC=4(7.54%); 7-9 GCC=4(7.54%); 9-11 GCC=14(26.41%); 11-13 GCC=12(22.64%); 13-15 GCC=7(13.20%); 15-16 GCC=5(9.43%); >16 GCC=1 (1.88%).

GCC	# ejemplares	%
<1	1	1.88
1-3	2	3.77
3-5	3	5.66
5-7	4	7.54
7-9	4	7.54
<b>9-11</b>	<b>14</b>	<b>26.41</b>
11-13	12	22.64
13-15	7	13.20
15-16	5	9.43
>16	1	1.88

Composición por edades en base al conteo de GCC

Composición de sexos de ejemplares varados en la bahía de La Paz B.C.S., México.

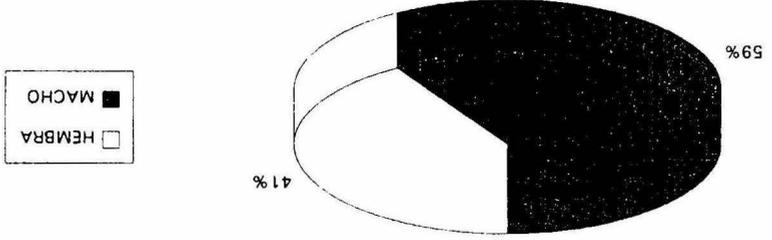


Fig. 4. Composición por sexos de delphinos tornillo varados el día 7 de agosto de 1993 en la bahía de La Paz, B.C.S., México (n = 70).

Composición de sexos de ejemplares a los cuales se determino la edad con base en la lectura de GCC.

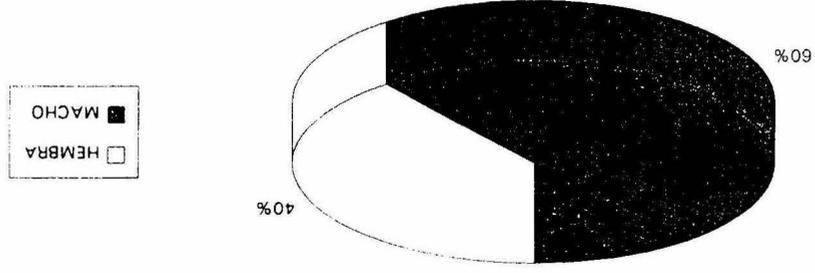


Fig.5. Composición por sexos de dientes analizados de delfines tonillo (n = 53).

## Regresión lineal

Los datos obtenidos se analizaron mediante varios modelos estadísticos, siendo el modelo de regresión lineal el que presentó mayor significancia, obteniéndose una relación significativa entre la longitud total y la edad.

Se obtuvo el modelo de regresión lineal para ambos sexos (fig. 6 y 7), una vez obtenida la ecuación se procedió a calcular los valores estimados, y de esta manera tener la gráfica, en la cual decidimos incluir tanto los valores observados como los valores estimados y así poder visualizar mejor los datos.

Se aplicó el modelo de Von Bertalanffy a los datos de longitud total para obtener el análisis de regresión:

$$\ln(\ln(A/Y)) = \ln b + mx$$

$$a = \ln b \quad b = mx$$

donde:

A=dato máximo de longitud total de la especie (199 cm.).

Y=cada uno de los datos de longitud total de los ejemplares analizados.

Una vez que se obtuvieron los datos de longitud total, se analizaron los datos en el programa para obtener la regresión lineal, de esta manera obtenemos la ecuación del modelo.

Siendo la ecuación general de la recta:

$$y=a+bx$$

Para los machos se obtuvo la siguiente ecuación:

$$y = -2.980126 + (-6.208979) x \quad P > F 0.0001$$

Para las hembras se obtuvo la siguiente ecuación:

$$y = -4.332476 + (-7.067252) x \quad P > F 0.0004$$

# Machos

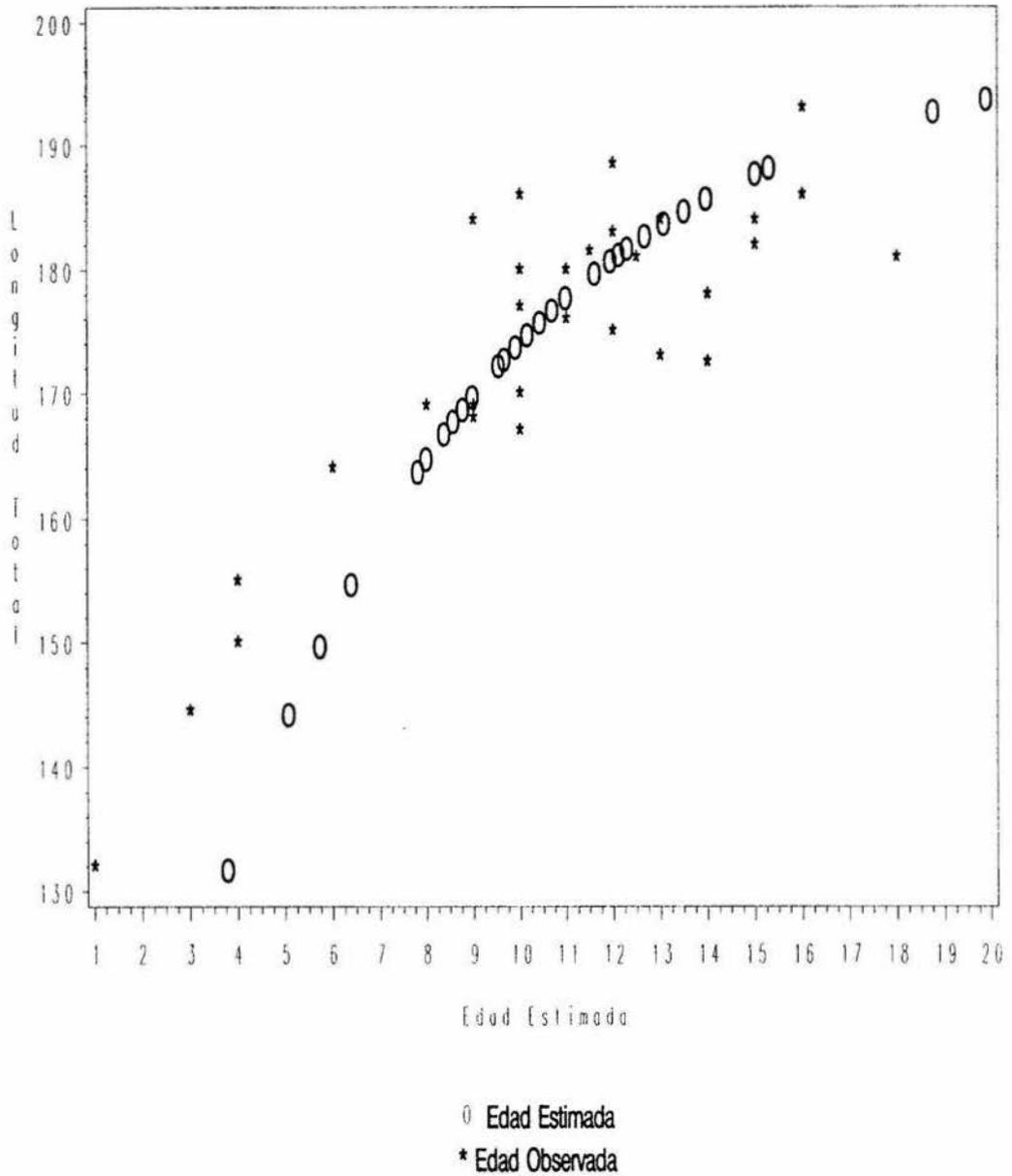


Fig. 6 Regresión lineal. se muestran los valores observados y estimados

# Hembras

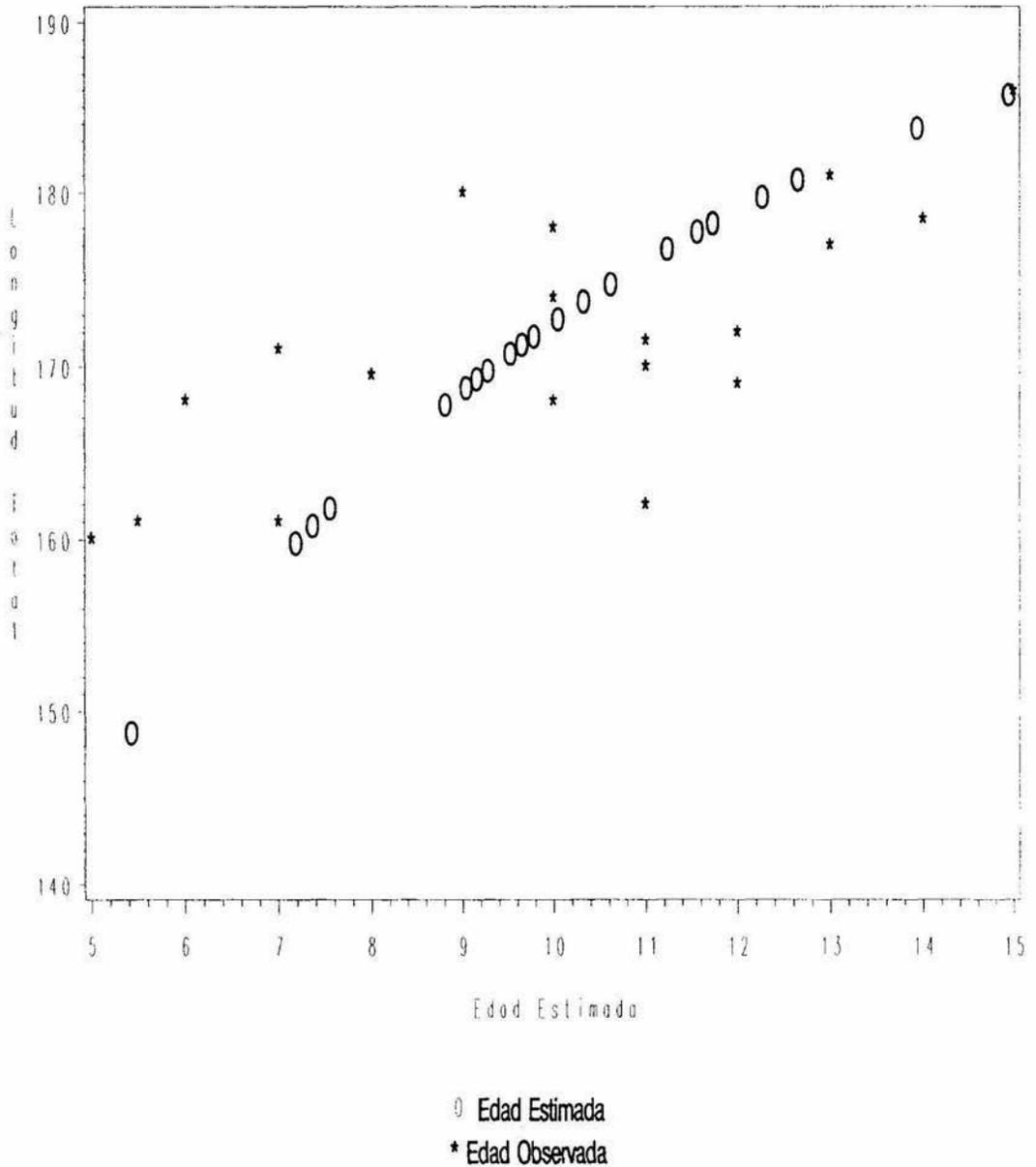


Fig. 7 Regresión lineal, se muestran los valores observados y estimados

En el histograma de longitud total (fig.9) vemos que el mayor número de animales se encuentra incluido en los intervalos de 170 y 180 cm., considerando al grueso de la población adulta (Perrin, 1984. menciona la longitud de 172 cm. a la que las hembras son sexualmente maduras), en el modelo de regresión lineal para machos vemos que existe un amontonamiento de datos tanto observados como estimados en la parte superior de la gráfica, pero en la parte baja por desgracia tenemos muy pocos datos esto provoca de alguna manera que los datos de edad estimada no sean del todo satisfactorios (este aspecto se abordara en la discusión).

En la gráfica de regresión lineal para machos (fig. 6), es preciso mencionar que se decidió eliminar del análisis al ejemplar más pequeño de la muestra, el cual presentaba una longitud total de 98.5 cm., la razón de no incluirlo fue que a la hora de correr el programa y debido a la escasa muestra de ejemplares con edades bajas, la regresión resultaba con demasiada distancia entre los valores observados y los valores estimados.

En cuanto a las hembras (fig.7) se presenta una gráfica más dispersa, de los valores observados y solo se muestran 19 datos, esto obviamente provocado por el pequeño número de muestra sin embargo, en lo que respecta a los valores estimados la curva presenta una tendencia a presentarse en forma asintótica en edades mayores.

### **Edades observadas**

En cuanto a las edades observadas se determinaron diez intervalos en los que se analizan conjuntamente tanto a machos como a hembras (fig. 8). El histograma nos muestra dos picos para machos ( $n=23$ ), uno que va de menos de un año hasta la edad tres para después caer en las edades cinco y siete, posteriormente se presenta el mayor número de individuos en las edades nueve, once, trece y quince siendo la edad nueve la que presenta más ejemplares con nueve; en la edad mayor a quince solo tenemos un ejemplar, que se trata del ejemplar que resultó con una edad de 18 años y una longitud de 181 cm. (aunque este ejemplar es el que resultó con mayor edad no es representativo del grupo, ya que la relación entre la edad y la longitud no es congruente con respecto a todo el grupo).

Para el caso de las hembras ( $n=17$ ) observamos un comportamiento más uniforme, y teniendo ejemplares de la edad cinco a la edad quince presentándose en la edad nueve el mayor número de individuos con seis y la edad quince un solo individuo.

En la gráfica observamos las edades de ambos sexos y vemos que los intervalos de la edad nueve a la edad quince es en donde se agrupan el mayor número de individuos, es decir que consideramos que la mayoría de los individuos eran adultos.

### **Longitud total**

El histograma referente a la longitud total presenta datos muy interesantes y que de alguna manera concuerdan con las edades observadas. La figura 9, nos muestra el histograma que incluye ocho intervalos y que va desde menos de cien centímetros hasta más de ciento noventa centímetros, los machos ( $n=41$ ) presentan una distribución uniforme teniendo en el intervalo de ciento ochenta el mayor número de individuos con 17, siguiendo el intervalo de 170 con 9.

Para las hembras ( $n=29$ ) sucede que se agrupan todos los ejemplares entre los intervalos de 160 a 180, teniendo el intervalo de 170 el mayor número de individuos con 14 y el intervalo de 160 con 10, solo un ejemplar se encuentra en el intervalo de 140 cm.

Cuando vemos la gráfica con ambos sexos, podemos apreciar que los intervalos de 160, 170 y 180 cm. son los que presentan el mayor número de individuos, cabe destacar que aquí el número de muestras analizadas es mayor, o más bien el total de individuos del varamiento, al contrario de la gráfica de edades observadas donde solo se analizaron los ejemplares de edad conocida, sin embargo, el comportamiento se mantiene en las dos variables.

### **Peso**

La siguiente variable que se analizó fue el peso, y para lo cual se realizó el histograma correspondiente, el cual incluye 5 intervalos que van de 10 a 50 kg. (fig.10), en el caso de los machos ( $n=40$ ) vemos que los intervalos 30, 40 y 50 son los que presentan el mayor número de ejemplares, siendo el intervalo de 50 kg. el que presenta la mayoría con 16, observando también una clara tendencia de incremento.

Con las hembras ( $n=27$ ) solo las tenemos representadas en 3 intervalos, los de 20, 30 y 40 Kg. siendo el intervalo de 40 Kg. el que presenta el mayor número de individuos con 16, el intervalo de 30 kg. con 10 y solamente un ejemplar en el intervalo de 20 kg.

Nuevamente observamos en la gráfica una tendencia de agrupamiento en los tres últimos intervalos, presentándose el mismo comportamiento que las dos variables anteriores, para este histograma analizamos 67 muestras, las faltantes no se logró obtener el peso de los animales.

Resulta pertinente mencionar que esta variable se relacionó con la edad con diferentes modelos estadísticos, sin embargo el nivel de significancia fue muy bajo, y aunque las variables de edad, longitud total y peso, presentan un comportamiento similar, no se logró establecer la relación entre el peso y la edad.

El análisis para determinar la posible variación sexual para la edad, longitud total y peso no mostró diferencias significativas, esto no quiere decir que se rechazamos la hipótesis nula, la principal causa puede haber sido en la muestra tan reducida, tomando en cuenta que trabajos anteriores han utilizado muestras grandes, sin embargo al revisar los datos alcanzamos a ver algunas diferencias entre ambos sexos, aunque no se puedan explicar estadísticamente.

En lo que se refiere al peso (fig.10), notamos que las hembras no sobrepasan los 50 kg. de hecho la hembra que presento el mayor valor fue de 48.8 kg. y sin embargo tenemos un ejemplar macho de 57.2 kg. en este sentido la longitud total y las edades también muestran que las hembras tienden a ser menos pesadas y con menor longitud total, hecho que ya antes había sido informado (Perrin y Henderson, 1984).

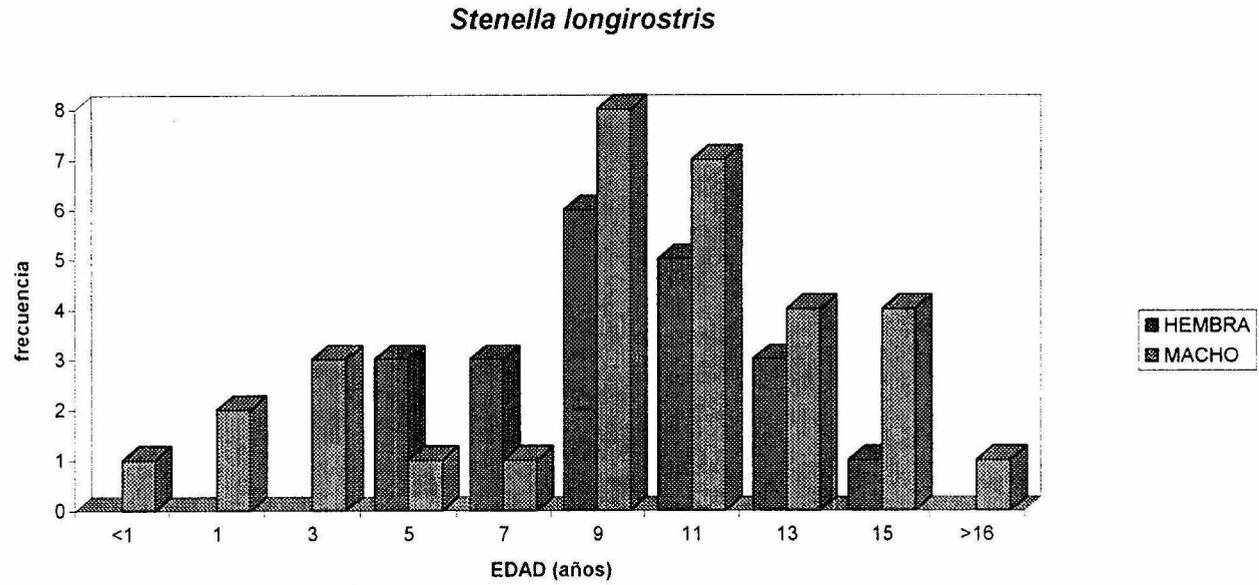


Fig.8. Histograma de frecuencias de edades observadas para ambos sexos (n=53).

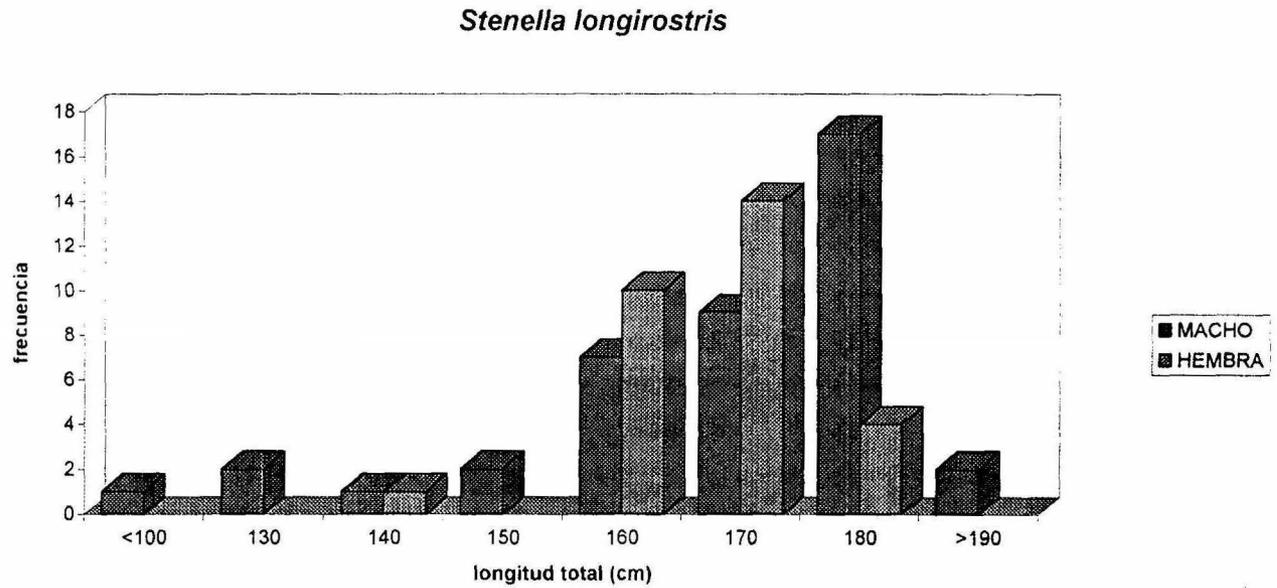


Fig.9. Histograma de frecuencias de longitudes totales para ambos sexos (n=70).

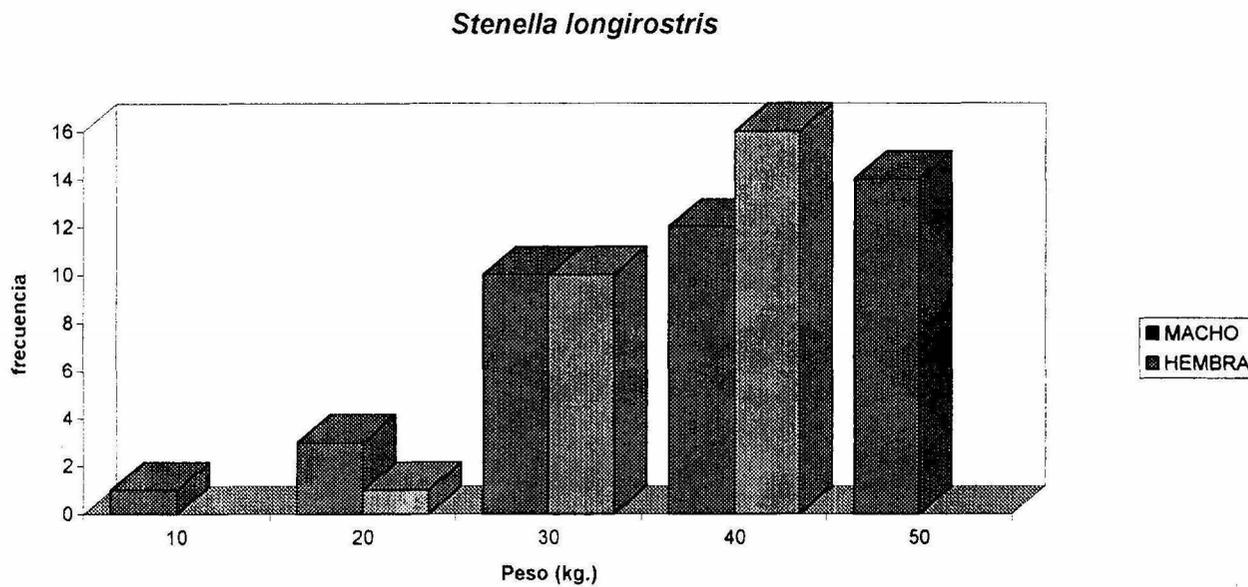


Fig.10. Histograma de frecuencias de peso en kg. para ambos sexos (n=67).

## Medidas dentales

Como se menciona en la parte de material y métodos, se tomaron en cuenta solo dos medidas dentales, la longitud y la anchura del diente, esta última tomada a nivel del cuello dental.

Se obtuvo la longitud y anchura dental de 52 animales (un promedio de 5 dientes por animal), se realizaron algunos análisis para detectar si existía alguna relación entre estas medidas y las variables anteriores, resultando negativas; sin embargo, se muestran a continuación los valores máximos y mínimos de cada medida:

medida	máxima	mínima
largo	11.55 mm.	9.2 mm.
diámetro	3.36 mm.	1.81 mm.

Los valores presentados se dan como valores máximos y mínimos de las dos medidas dentales tomadas en cuenta, pero no quiere decir que pertenecen al mismo animal, siendo de esta manera que la medida máxima de longitud del diente corresponde a una hembra de 172 cm. de longitud total y un peso de 40.2 kg., para la medida mínima corresponde a un ejemplar macho de 170 cm. y un peso de 39.6 kg. y una edad observada de 12 y 10 años respectivamente. En cuanto al diámetro la medida máxima corresponde a una hembra de 168 cm. de longitud y un peso de 38.2 kg. en tanto que la mínima también pertenece a una hembra con 174 cm. y un peso de 39.6 kg.; la edad observada de estos animales es de 10 años en ambos.

## Preparación de las piezas dentales

Es necesario mencionar que aunque los dientes presentaron un patrón uniforme en cuanto a la forma en sí, algunos dientes presentaban algún tipo de crecimiento anormal en su parte inferior, esto de alguna manera repercutía en el pulido de las piezas, ya que uno de los aspectos más importantes, cuando se lleva a cabo la técnica, es cuidar que el desgaste que se le hace al diente sobre la lija de agua, sea igual en ambos lados y con esto tener la seguridad de obtener la parte media.

El siguiente paso es la descalcificación, aquí se presenta otro paso de cuidado, se mencionó que las revisiones se realizaban cada 10 min., el ácido puede descalcificar en la medida que se haya realizado el pulido, ya que como el proceso es manual no siempre se deja a la misma medida la parte media del diente, esto repercute en la descalcificación, es por eso que se deben de realizar revisiones periódicas para que no se presente una sobredescalcificación; una primera señal para estar seguro de la correcta descalcificación, es cuando la preparación comienza a ponerse flácida, pero aún así hay que revisar al microscopio y de preferencia descalcificarlo bajo el microscopio.

Una vez obtenidas las secciones se debe de tener cuidado en no ejercer demasiada presión o, inclusive, llegar a rayar la pieza; una vez descalcificada se procedió a la tinción con hematoxilina y aquí nuevamente debemos tener cuidado con el colorante ya que después de algún tiempo se forma una especie de capa superficial (parecido a la nata) que al sacar el colorante, la capa se rompe y estos pedacillos de colorante pueden llegar al diente, los cuales difícilmente se pueden remover y puede llegar a perjudicar la lectura, en caso de un exceso de hematoxilina esta se puede eliminar con agua corriente.

La tinción en eocina también puede llegar a provocar algunas situaciones de cuidado, ya que esta sustancia, con una presentación en polvo se disuelve para obtener el colorante final, el estar destapando el frasco que contiene la eocina, al paso de un corto tiempo se llega a evaporar, provocando que la solución se concentre y, por lo tanto, los tiempos de tinción lleguen a variar y en algunos casos el diente se tiñe tanto, que resulta imposible la lectura de capas de crecimiento; por lo tanto es recomendable tener en cuenta este aspecto.

En cuanto al montaje en resina resulta acertado mencionar que, de alguna manera la resina sintética es muy económica (ya que se podría sugerir el bálsamo de Canadá aunque resulta demasiado costoso), es de secado relativamente rápido y con un alto grado de viscosidad, es por esto que en este trabajo se tuvieron que realizar repeticiones en el montaje; para este paso en la preparación de piezas dentales, se tuvo que diluir la resina sintética con xilol y de esta manera se logra que no sea tan viscosa y poder realizar de mejor manera el montaje.

La cavidad pulpar de la pieza dental, como lo mencionamos anteriormente, decrece en la medida que se van formando los grupos de capas de crecimiento, por lo que en algunas ocasiones se llegó a pensar que podría servir como una característica secundaria para establecer clases

de edad, sin embargo, conforme se avanzaba en la investigación encontramos que algunas piezas dentales se encontraban cerradas o eran muy pequeñas y por otro lado se contaban pocas capas de dentina y en algunos casos sucedía lo contrario, con la cavidad pulpar demasiado abierta se llegaban a contar un buen número de capas de dentina; es decir que el tamaño de la cavidad pulpar no es indicio de la edad de el animal.

Por otra parte, se procedió a la toma de microfotografía de algunas preparaciones, las cuales ayudaron a el análisis de los grupos de capas de crecimiento, algunas de estas fotografías se enviaron al Southwest Fisheries Center de La Jolla Cal. y en donde amablemente el Dr. Albert C. Myrick Jr. analizó y resultó de esto la compatibilidad de las lecturas. Es preciso mencionar que el Dr. Myrick es el especialista en delfín tornillo y, por lo tanto, fueron de mucha ayuda sus comentarios en la lectura de capas de crecimiento.

En cuanto a las causas del varamiento, no podemos asegurar la que en forma directa influyó en el evento, lo que si podemos mencionar (y se analizan algunas hipótesis de varamiento en el siguiente capítulo), es que la bahía de La Paz continua siendo una trampa natural para los cetáceos que entran a ella, quizás para alimentarse o quizás con animales enfermos, paralelamente a esto los factores naturales como la batimetría y las mareas, influyen en los varamientos.

## DISCUSION

La técnica para estimar la edad mediante el conteo de grupos de capas de crecimiento de dentina en dientes de mamíferos marinos, se ha utilizado ampliamente durante las últimas décadas principalmente en especies involucradas en las pesquerías (Hohn, 1980).

Algunos investigadores han aplicado la técnica directamente, sin embargo otros han calibrado la depositación de grupos de capas de crecimiento, mediante marcadores, en este caso, Myrick, et al. (1984), utilizan marcas de tetraciclina en delfín tornillo y con sus resultados aportan la calibración de estimación de edad para esta especie y en la cual establecen que es anual, aunque en Perrin, et al. (1975) ya habían establecido el rango de depositación de dentina en la misma especie.

No obstante el rango de depositación de dentina en mamíferos marinos, es variable entre las especies, y se ha desechado la hipótesis de que la dieta pueda ser un factor primario en el rango de depositación de dentina por lo menos en delfín nariz de botella Tursiops truncatus (Hui, 1978), de la misma manera se ha comprobado que el alimento no es la causa primaria de el arreglo dentinal en marsopa de puerto Phocoena phocoena (Gaskin y Blair, 1977).

La especie Stenella longirostris ocupa el segundo lugar en la mortalidad incidental de delfines en la pesca del atún aleta amarilla en el Pacífico oriental Tropical, solamente debajo del delfín moteado Stenella attenuata (Perrin et al., 1975; Perrin et al., 1977; Barlow, 1984).

Al menos cuatro "stocks" de delfín tornillo se encuentran diferenciados en el Pacífico oriental tropical (Perrin y Reilly, 1984), sin embargo, Perrin y colaboradores (1991), destacan en su trabajo a dos subespecies, una que comprendería a Stenella longirostris centroamericana y Stenella longirostris orientalis, derivadas de Stenella longirostris longirostris en el Pacífico Oriental Tropical.

El trabajo de Perrin (1977), sobre edad y crecimiento es resultado del análisis de 2675 ejemplares de delfín tornillo; sin embargo, para obtener la curva de crecimiento para ambos sexos utiliza 183 muestras para machos y 250 para hembras, este análisis resultó satisfactorio en gran parte debido al número de muestra, los datos del presente trabajo no resultaron del todo satisfactorios, quizá porque la mayoría de nuestras muestras estuvieron en las edades intermedias, es decir, de las edades 9 a 15 y no se contó con las

clases de edad de los extremos, ejemplares con edades bajas y ejemplares viejos, esto propició que el análisis se apegara más a una regresión lineal y no a una curva de crecimiento, algunos casos se han presentado de esta manera, en donde no es posible realizar una curva de crecimiento (Miyazaki, 1980).

La especie *Stenella longirostris*, alcanza una talla máxima de 210 cm. (Ellis, 1989; Nishiwaki, 1971 en Perrin et al., 1975). En el presente trabajo se presentó una longitud máxima de 194 cm. y que corresponde a un macho con 55.7 kg. de peso, el histograma de longitudes totales (fig. 9), muestra una marcada concentración de organismos en los intervalos de 160, 170 y 180 cm., aunque es pertinente destacar que la forma "oriental" de la especie es la más pequeña; un estudio similar resultado de un registro de varamiento en la costa este de Florida presenta los datos de longitudes totales de una muestra de 25 ejemplares que va de 177 a 208 cm. (Mead et al., 1979).

El crecimiento en los delfinidos muestra un aumento acelerado en la longitud total durante los dos o tres primeros años de edad, que gradualmente decrece con la edad hasta alcanzar una longitud corporal máxima (longitud asintótica), debido a la pequeña muestra analizada no es posible obtener las asintotas de ambos sexos, sin embargo las gráficas de crecimiento muestran una tendencia a mostrar una asintota, aunque la falta de una muestra más grande solo nos indique eso, una tendencia.

La muestra tan reducida no permitió un análisis de varianzas significativo, sin embargo en este trabajo aunque no estadísticamente si se observan diferencias entre sexos para el peso y longitud total, además que se observa que los machos (por lo menos en la presente investigación), presentan una mayor longevidad, hecho que ya antes había sido informado en algunos trabajos (Perrin y henderson, 1984; Perrin et al. 1991).

En este trabajo se logró obtener dos piezas dentales de una cría de el mismo grupo varado, la cual quedó a cargo del Centro de Investigaciones Biológicas de La Paz; el ejemplar presentó una longitud total de 98.5 cm. y fue el organismo más pequeño, Perrin y colaboradores (1977, 1984), presentan una longitud al nacimiento de 77 cm. con una muestra de 56 ejemplares.

De la misma manera se obtuvo la estimación de la edad para la cría, para lo cual se tomó la medición del primer grupo de crecimiento de organismos adultos y se extrapoló la medida de la dentina posnatal de la cría, obteniéndose una edad aproximada de .4 años, esta manera de

obtener la edad estimada en crías ya antes había sido utilizada (Peralta-Pérez 1994).

De acuerdo con la edad estimada que se obtuvo de la cría, la cual fue de .4 años, es decir que esa cría nació aproximadamente en el mes de marzo, estos resultados concuerdan con los resultados que se presentan en Perrin *et al.*, 1975; 1977, el autor menciona que la temporada reproductiva es estacional, con nacimientos en febrero y marzo.

En base a las longitudes totales, Perrin y colaboradores (1975 y 1977), encuentra que el promedio de longitud de hembras adultas, es decir maduras sexualmente, es de 170.6 cm., de acuerdo con estos datos, en el presente estudio tendríamos 18 hembras con una longitud total por encima de este dato, de esta manera del total de hembras varadas (29 hembras), el 63 % corresponde a hembras sexualmente maduras.

Los mismos autores señalan para los machos una longitud de 170 cm., a la cual se presenta la madurez sexual en promedio, si tomamos en cuenta este dato, tenemos que de 41 machos varados, 27 ejemplares son adultos y correspondería al 67 % de machos sexualmente maduros.

De esta manera tenemos que de 70 animales varados, 45 animales serían sexualmente maduros y correspondería al 65 % del total del grupo varado.

Sin embargo, se tomó estrictamente la medición de longitud total a la cual se presenta la madurez sexual que mencionan los autores, aunque hay otros animales que están cerca de esta longitud y esto nos hace pensar que tal vez existieran más animales adultos en el grupo que estudiamos.

En cuanto a las medidas de las piezas dentales, Akin (1988), realizó un estudio tomando en cuenta 16 caracteres dentales, sus resultados no muestran diferencias significativas asociadas con la longitud, pero si encuentra diferencias significativas entre las distintas formas de la especie. Para este trabajo se realizaron análisis de las medidas dentales para con el sexo, edad, longitud y peso, no encontrando diferencias significativas: de hecho, mientras las piezas dentales eran preparadas, nos dimos cuenta de que aunque los dientes presentan una forma uniforme, algunos presentaban un crecimiento demasiado tosco a nivel de cuello dental; además, que en los dientes de ejemplares jóvenes se notaba que eran demasiado altos y poco anchos, otro aspecto que se presentó fue que varios de los dientes mostraban la cavidad pulpar cerrada cuando su longitud era pequeña, es

decir, que pareciera que la cavidad pulpar vendría siendo un indicio de la edad del animal, o a su ritmo de depositación de dentina.

La repetición de las preparaciones para un mismo ejemplar se dio muy a menudo, ya que aunque la técnica ofrece buenos resultados, muchas veces el pulido a mano es inexacto y puede llegar a cargarse hacia un lado, en este aspecto debo subrayar que se trataría del preparador, ya que la depositación de capas en un delfín ocurre al mismo tiempo, en la misma secuencia y con patrones virtualmente idénticos y que esto indica que todos los dientes de un delfín están bajo un acontecer sistemático (Myrick, 1991).

Otra variable puede ser la dificultad que se presenta en la lectura de las capas anuales delgadas en los dientes de individuos viejos, esto pudo haber llevado a sobrestimar edades, ya que algunos animales presentaban una edad alta con longitudes totales bajas, esta variación puede tratarse a la variación biológica y se puede pensar que la longitud de un delfín no es un indicador exacto de su edad (Fernández, 1992).

La abertura de la cavidad pulpar, no es indicador de la edad del animal, ya que se pudo confirmar en esta investigación que algunos ejemplares con la cavidad pulpar demasiado abierta presenta edades altas, y en otros ejemplares sucede lo contrario con la cavidad pulpar cerrada presentaba edades no tan bajas como se hubiera esperado.

Los datos para el peso de los ejemplares fueron tomados conforme se realizaban las necropsias, algunos animales fueron pesados meses después de haber varado, aunque cabe destacar que se mantuvieron en congelación; los ejemplares se agruparon entre 30 a 50 kg. de peso, estos datos resultaron fuertemente relacionados con la longitud total y con los datos de edades observadas, nuevamente Mead y colaboradores (1979), muestran los datos de peso en una muestra de 24 ejemplares que va de 46 a 69 kg. de peso; en este trabajo el peso máximo fue de un macho con 57.2 kg. y una longitud total de 188.5 cm., mientras que el dato mínimo de peso fue de un macho con 19.2 kg. de peso y una longitud de 130 cm.

## **Varamientos**

Una idea muy difundida respecto a los varamientos, es que se trata de un suicidio. Desde el punto de vista de Gilmore (1962, citado en Egido, 1989), por definición, es una anticipación de la muerte y duda que otro animal, además del hombre, la anticipe.

La especie Stenella longirostris, no es común encontrarla varada, si no es en la muerte incidental de pesca del atún aleta amarilla en el Pacífico oriental tropical, aunque si se han tenido algunos registros de varamientos aislados y algunos masivos en el océano Atlántico (Ellis, 1989).

Existen algunas hipótesis para tratar de explicar estos sucesos de manera científica, las cuales se dividen en causas internas y causas externas. Dentro de las causas internas se encuentran las enfermedades, posible contaminación por concentración de metales pesados u organoclorados, lo que ya ha sido establecido en algunos trabajos, un cierto grado de contaminación por concentración de metales pesados, por ejemplo en lobo marino de California (Cuspinera et al., 1993), vaquita (Villa-Ramírez et al., 1991), otra causa natural y al parecer muy importante son los parásitos que llegan a estar presentes en casi todos los órganos; en el varamiento del cual trata este estudio, estuvo presente el autor de esta tesis y realizando las necropsias nos dimos cuenta del alto grado de parasitación por lo menos en tracto digestivo y aparato reproductor, además de algunos parásitos encontrados en pulmón (Moreno y Aguilar, 1995 comm. per.), debido a que los delfines se encuentran al final de la cadena trófica resulta entendible el grado de infección de parásitos, lo que tratamos de explicar es que esta sea una causa final de los varamientos, de cualquier manera esta hipótesis es de las mas aceptadas, aunque puede estar ligada a otras causas externas.

Con respecto a las causas externas, se consideran aquellas en donde los factores climáticos, mareas, antropógenicos entre otros, tienen que ver directa o indirectamente en algún varamiento; sin duda que todos pueden ser causas de varamientos, si no directas, si ligadas a causas internas, o posiblemente entre causas externas. En relación a factores climáticos, se ha visto que después de algún huracán o en época de nortes, la abundancia de delfines disminuye (García-Loredo, 1995; Delgado-Estrella, 1991), se sabe que los animales presentan migraciones o tal vez busquen refugio, pero sin duda que deben de resguardarse del mal tiempo, pudiera ser en aguas más someras, propiciando se presente otra causa de varamiento como lo son las playas someras y extensas.

Watson 1981(citado en Egido, 1989) menciona que la mayoría de los varamientos masivos ocurren en playas con escasa pendiente y poca profundidad, hecho que puede conducir a la desorientación y a la incapacidad de encontrar el camino de regreso hacia aguas profundas

En relación al presente estudio, el varamiento sucedió en la bahía de La Paz, B.C.S. La bahía es considerada como una trampa natural para los

mamíferos marinos que entran a ella, debido a factores batimétricos y de marea de la zona.

Rizo-Díaz (1990) menciona que los niveles más bajos de las mareas en la bahía, precisamente se dan en los meses de julio a septiembre, concordando con la fecha del varamiento de este estudio, es decir que la hipótesis de las características batimétricas y de marea de la zona pudo ser la que influyó de manera directa en el varamiento.

La combinación de estos factores, las mareas y la batimetría, podrían actuar en los eventos de varamiento; se sabe que en algunos lugares las mareas son muy drásticas, además de rápidas, los animales que desconocen la zona llegan a entrar posiblemente en la búsqueda de alimento; como sucedió en este estudio, Arvizu (comn. pers.,1993), señala que cuando vio a los animales vararse se dio cuenta de la presencia de cardúmenes de peces y un fuerte olor de estos, aunque no lo podemos asegurar que la causa haya sido la búsqueda de alimento, si puede ser una causa en combinación con otras.

Kirschvink, 1986 (citado en Egido, 1989), hace referencia a una hipótesis sobre la causa de varamientos, el autor señala que pudiera haber variaciones en el campo magnético local, en base a que se sabe que diversos organismos (peces, insectos, aves, etc) incluyendo a los mamíferos marinos, poseen cristales de magnetita en algunos de sus tejidos. Este material permitiría a los cetáceos guiarse siguiendo las variaciones en el campo magnético "impresas" en el fondo del océano. Además de ser útil para la localización de alimento, pues la presencia de montañas o protuberancias del fondo oceánico provoca "montañas" o "colinas" magnéticas en la topografía magnética del océano. Se sabe que estas zonas son de alta productividad en comparación con el contorno oceánico. El autor concluye que los varamientos masivos de diversos mamíferos marinos podrían deberse a que dichos organismos se encontraron en lugares donde había variaciones en el campo magnético local, cerca de las costas, menciona que sus datos apoyan la hipótesis de que hay una tendencia a que los varamientos se presenten en zonas con una intensidad magnética baja.

Definitivamente no se puede tratar de explicar los varamientos con base en una sola teoría de las antes mencionadas. Es posible que se combinen diversos factores para dar como resultado un varamiento masivo (Watson, 1981; citado en Egido, 1989).

## CONCLUSIONES

Se determinaron diez clases de edad en base a la lectura de grupos de capas de crecimiento, presentándose en las edades 9 y 11 el mayor porcentaje de ejemplares (49%).

Se obtuvo una relación significativa de la edad y la longitud total, explicada por un modelo de regresión de tipo lineal.

Se estimó la edad de la única cría del grupo varado, la edad fue de .4 años, por lo tanto la cría nació aproximadamente en el mes de marzo, lo cual concuerda con trabajos anteriores en los cuales se menciona que la reproducción en esta especie se presenta en febrero y marzo.

En relación a la longitud total, el grupo de delfines varados se componía del 65% de ejemplares adultos.

No se determinó una variación sexual significativa de la edad, longitud total y peso de los ejemplares, muy probablemente debido a la muestra tan pequeña.

Los resultados del presente estudio, pertenecen al primer registro de varamiento masivo de delfín tornillo oriental Stenella longirostris en la zona de varamiento.

La técnica para la estimación de edad en dientes de delfín tornillo Stenella longirostris, utilizada en esta investigación resultó en términos generales aceptable.

El varamiento se produjo cuando la estación cálida en la bahía encuentra su valor máximo (temperaturas menores o iguales a 30.3°C.), además de que en los meses de julio a septiembre se dan los niveles más bajos de mareas.

Catalogo	Long.total/cm.	Peso/kg.	Edad/años
000	98.5		4
030	194	55.7	
031	188	56.3	
032	168	38	
035	185	50.3	
037	188	48.7	
042	165	35.1	
043	184	48.6	
044	176	52.8	
047	174	45.5	
051	186	52.6	10
052	175	44.6	12
053	184	55.2	15
054	167	39.3	10
055	193	56.6	16
056	186	55.3	16
057	173	38.2	13
063	169	35.8	8
065	176	51.6	11
067	188.5	57.2	12
068	184	51.8	9
069	169	31.5	9
071	183	49.3	12
075	132	20.7	1
077	155	31.6	4
078	144.5	24.3	3
079	181	48	18
080	170	39.6	10
081	181	50.5	12
082	150	26.8	4
083	130	19.2	1
085	181.5	51.3	11
086	180	46.3	11
087	184	52.1	13
088	180	49.1	10
089	168	38.6	9
091	178	47.3	14
092	182	49.7	15
095	172.5	46.1	14
096	177	42.9	10
097	164	39.4	6

Apéndice 1. Datos de longitud total, peso y edad observada para machos, mostrando en negritas los valores más altos.

Catalogo	Long. total/cm.	Peso/kg	Edad/años
001	178		10
033	173		
034	168	47.1	
036	175	39.2	
038	184	38.5	
039	178	<b>48.8</b>	
040	169	44.2	
041	174	36.7	
045	181	40.6	13
046	160	30	5
048	149	26.2	
049	178.5	43.9	14
050	168	44.6	6
058	172	40.2	12
059	177	41.9	13
060	174	41.6	10
061	168	38.2	10
062	171.5	43.1	11
064	170	37.1	11
066	171	43.9	7
070	<b>186</b>	44	<b>15</b>
072	162	38.3	11
073	180	40	9
074	161	32.7	7
076	161	33.6	5.5
084	174	39.6	10
090	169	44.3	12
093	169.5	43.2	8
094	172.5	43.4	9

**Apéndice 2.** Datos de longitud total, peso y edad observada para hembras, mostrando en negritas los valores más altos.

## LITERATURA CITADA

Akin, P.A. 1988. Geographic variation in tooth morphology and dentinal patterns in the spinner dolphin, Stenella longirostris. Marine Mammal Science. 4(2): 132-140.

Allen, L.R. 1985. Dolphins and the purse-seine fishery for yellowfin tuna. in. Boddington, J.R., R.J.H. Everton and D.M. laurgne (eds). "Marine Mammals and Fisheries". George Allen - Unwin. London 354 pp.

Ash, M.M. 1986. Anatomía dental, fisiología y oclusión de Wheeler. Ed. Interamericana pp.477.

Au, D.W.K., W.L. Perryman, y W.F. Perrin. 1979. Dolphin distribution and the relationship to environmental features in the eastern tropical Pacific. NMFS-SWFC, La Jolla, CA, Admin.Rept LJ-79-43, pp.1-59.

Au, D.W.K., y R.L. Pitman. 1986. Seabird interactions with dolphins and tuna in the eastern tropical Pacific. Condor, 88:304-317.

Barlow, J. 1984. Reproductive Seasonality in Pelagic Dolphins (Stenella spp.): Implications for Measuring Rates. Rep. Int. Whal. commn. (SPECIAL ISSUE 6): 417-430

Barnes, L.G., D.P. Domming y C.E. Ray. 1985. Status of studies on fossil marine mammals. Marine Mammal Science 1(1): 15-53.

Best, P.B. 1970. The sperm whale off the west coast of South Africa. Age, growth and mortality. Investl. Rep. Fish. Mar. Surv. Div. S. Africa. 79: 1-27.

Caldwell, D.K., M.C. Caldwell, W.F. Ratjjen, y J.R. Sullivan. 1971. Cetaceans from the Lesser Antillean island of. St. Vincent. Fish. Bull., 69(2):303-312.

Calzada, N., C.H. Lockyer y 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. 1984. Growth and Reproduction of Killer Whales, Orcinus orca, in Norwegian Coastal Waters. Rep. Int. Whal. Commn. (SPECIAL ISSUE 6): 253-258.

Cuspinera-M., Ma. E., E. Jiménez-Z., E. Becerril-G., y Ma. G. Gómez-P. 1993. Identificación de metales pesados en hueso de lobo marino común Zalophus californianus californianus del Golfo de California. XVIII Reunion Internacional para el Estudio de los Mamíferos marinos. SOMEMMA, 4-7 de mayo de 1993, La Paz B.C.S., México.

Delgado, E.A. 1991. Algunos aspectos de la ecología de poblaciones de las toninas (Tursiops truncatus MONTAGU, 1821) en la laguna de terminos y sonda de Campeche, México. Tesis licenciatura ENEP-UNAM, 148 pp.

Dizon, A.E., S.O. Southern y W.F. Perrin. 1990. Molecular analysis of mtDNA types in exploited populations of spinner dolphins (Stenella longirostris). Rept. Int. Whaling Comm., 13: 183-202.

Douglas, M.E., G.D. Schnell y D.J. Hough. 1986. Variation in spinner dolphin (Stenella longirostris) from the eastern tropical Pacific Ocean: Sexual dimorphism in cranial morphology. Journal of Mammalogy. 67:537-544.

Egido, V.J. 1989. Algunos Aspectos Biológicos de Calderones (Globicephala macrorhynchus Gray, 1884) (Cetacea: Delphinidae) Varados en Costas Mexicanas. Tesis Licenciatura FC-UNAM. 120 pp.

Ellis, R. 1989. DOLPHINS AND PORPOISES. Alfred A. Knoff. New York. 270 pp.

Erdman, D.S., J. Harms, y M.M. Flores. 1973. Cetacean records from northwestern Caribbean region. Cetology, 17:211-217.

Fernández, S. 1992. Composición de edad y sexo y parámetros del ciclo de vida de toninas (Tursiops truncatus) varadas en el noroeste del Golfo de México. Tesis Maestría En Ciencias Marinas ITESM-CAMPUS GUAYMAS. 109 pp.

Fitch, J.E., y R.L. Brownell, Jr. 1968. Fish otoliths and their importance in interpreting feeding habits. Jour. Res. Bd. Canada, 25:2561-2574.

Frazier, J. 1996. A STRANDING OF Stenella longirostris IN YUCATAN, MEXICO. XXI Reunión Internacional para el estudio de los Mamíferos Marinos. SOMEMMA, del 8-12 de abril de 1996. Chetumal-Quintana Roo-México.

García-Loredo, R.L. 1995. Presencia de la tonina, Tursiops truncatus (MONTAGU, 1821), en la zona de pesca de camaron de Alvarado, Ver., México (CETACEA: DELPHINIDAE). Tesis licenciatura ENEP-UNAM, 47 pp.

Gaskin, y B.A. Blair. 1977. age determination of harbour porpoise, Phocoena phocoena (L), in the western North Atlantic. Can. J. Zool. 55:18-30.

Hester, F.J., J.R. Hunter, y R.R. Whitney. 1963. Jumping and spinning behavior in the spinner porpoise. Jour. Mammal., 44(4):586-588.

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 the lines: Analysis of age estimation in dolphins. Pages 132-140 en S.Leatherwood and R.R. Reeves., eds. The bottlenose dolphin. Academic P, Press Inc.

Hohn, A.A., Read, A.J., Fernández, S., Vidal, O, y Findley, L.T. 1993. Life history of the vaquita Phocoena sinus. Abstracts Tenth Biennial Conference on the biology of marine mammals, Galveston, Texas. November 11-15, p.13.

Hui, C.A. 1978. Reliability of using dentin layers for age determination in Tursiops truncatus. Final Report Marine Mammal Comision. 77/09.

Hui, C.A. 1980. Variability of dentin deposits in Tursiops truncatus. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37:712-716.

Jefferson, T.A., Myrick, A.C. Jr. y Chivers, S.J. 1994. Small Cetacean Dissection and Sampling A Field guide. NOAA-TM-NMFS-SWFSC-198.

Kasuya, T. 1972. Growth and reproduction of Stenella caeruleoalba based on the age determination by means of dentinal growth layers. Sci. Rep. Whales Res. Inst., 24:57-79.

Kasuya, T y 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.

Kimura, M. 1980. Variability in techniques of counting dentinal growth layer groups in a tooth of a know-age dolphin, Tursiops truncatus. Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue 3):161-163.

Klevesal, G.A., A.C. Myrick. 1984. Marks in tooth dentine of female dolphin (Genus Stenella) as indicators of parturition. *Journal of Mammalogy*. 65(1):11-117.

Layne, J.N. 1965. Observations on marine mammals in Florida waters. *Bull. Flo. State Mus.* 9(4): 131-81.

Leatherwood, S., R.R. Reeves, y L. Foster. 1983. *The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins*. Sierra Club Books, San Francisco.

Mead, J.G., D.K. Odell., R.S. Wells., M.D. Scoth. 1980. Observations on a mass stranding of spinner dolphin Stenella longirostris, from the west coast of Florida. *FISHERY BULLETIN*. 78(2):353-360.

Miyazaki, N. 1980. preliminary Note on Age determination and Growth of the Rough-Toothed Dolphin, Steno bredanensis, off the Pacific Coast of Japan. *REP. INT. WHAL. COMMN. (SPECIAL ISSUE 3)*.

Myrick, A.C. Jr. 1991. Some New and Potential Uses of Dental Layers in Studying Delphinid Populations. in Pryor K. and K.S. norris (eds) "Dolphin Societies". University of California Press Berkeley Los angeles Oxford. pp. 391.

Myrick, A.C., E.W. Shallenberger., I. kang., D.B. Mackay. 1984. Calibration of dental layers in seven captive Hawaiian Spinner Dolphins, Stenella longirostris, based on tetracycline labeling. *FISHERY BULLETIN*. 82(1):207-225.

Myrick, A.C., L.H. Cornell. 1990. Calibrating dental layers in captive bottlenose dolphins from serial tetracycline labels and tooth extractions. Pages 587-608 in S. Leatherwood and R.R. Reeves., eds. *The bottlenose dolphin*. Academic Press, Inc.

Myrick, A.C., A.A. Hohn., P.A. Sloan., M. Kimura., D.D. Stanley. 1983. Estimating age of spotted and spinner dolphins (Stenella attenuata and Stenella longirostris) from teeth. NOAA Technical Memorandum NMFS SWFC-30.

Nishiwaki, M. y Yagi T. 1953. On the Age and the Growth of teeth in a Dolphin, (Prodelphinus caeruleo-albus). *Sci. Rep. Whales. Res. Inst.* 8:133-146.

Norris, K.S., y T.P. Dohl. 1980a. Behavior of the Hawaiian spinner dolphin, Stenella longirostris. *Fish. Bull.*, 77(4):821-849.

Norris, K.S., y T.P. Dohl. 1980b. The structure and function of cetacean schools. In Herman, L.M. ed., *Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions*. Wiley-Inter Science, New York, pp.211-261.

Norris, K.S., Wursig, B., Wells, R.S. y Wursig M. 1994. *THE HAWAIIAN SPINNER DOLPHIN*. University of California Press. pp. 408.

Ohsumi, S., T. Kasuya y M. Nishiwaki. 1963. Accumulation rate of dentinal growth layers in the maxillary tooth of the sperm whale. *Sci. Rep. Whales. Res. Inst.* 17:15-36.

Peralta-Pérez, .M.A. 1994. Variación morfométrica con respecto a la edad y el sexo en el craneo de Phocoena sinus Norris y McFarland, 1958. Tesis Licenciatura ENEP-UNAM. 63 pp.

Perrin, W.F. 1969. Using porpoise to catch tuna. *World fishing*, 18(6):42-45.

Perrin, W.F., P.A. Akin., J.V. Kashiwada. 1991. Geographic variation in external morphology of the spinner dolphin Stenella longirostris in the eastern Pacific and implications for conservation. *FISHERY BULLETIN* 89:414-428.

Perrin, W.F., J.M. Coe., y J.R. Zweifel.----- Growth and reproduction of the spotted porpoise, Stenella attenuata, in the offshore eastern tropical Pacific. NOAA-NMFS-SWFC.

Perrin, W.F., D.B. Holts y R.B. Miller. 1975. Preliminary estimates of some parameters of growth and reproduction of the eastern spinner porpoise, Stenella longirostris subspecies. NOAA-NMFS-SWFC-No.LJ-75-76.

Perrin, W.F. 1975. Variation and taxonomy of spotted and spinner porpoises (genus Stenella) of the eastern tropical Pacific and hawaii. *Bull. Scripps Inst. Oceanog.*, 21:1-206.

Perrin, W.F. 1990a. Distribution and differentiation of populations of dolphins of the genus Stenella in the eastern tropical Pacific. *Jour. Fish. Res. Bd. Canada*, 32(7):1059-1067.

Perrin, W.F. 1990b. Subspecies of Stenella longirostris (Mammalia:Cetacea, Delphinidae). *Proc. Biol. Soc. Washington*, 103(2):453-463.

Perrin, W.F., P.A. Sloan, y J.R. Henderson. 1979. Taxonomic status of the "southwestern" stocks of spinner dolphin Stenella longirostris and spotted dolphin S. attenuata. Rept. Int. Whaling Comm., 29:175-184.

Perrin, W.F., R.B. Miller., P.A. Sloan.---- Reproductive parameters of the offshore spotted dolphin a geographical form of Stenella attenuata, in the eastern tropical Pacific, 1973-75. NOAA-NMFS-SWFC.

Perrin, W.F., D.B. Holts., R.B. Miller. 1977. Growth and reproduction of eastern spinner dolphin, a geographical form of Stenella longirostris in the eastern tropical pacific. FISHERY BULLETIN 75(4):725-750.

Perrin, W.F., R.R. Warner., C.H. Fiscus y D.B. Holts. 1973. Stomach contents of porpoise Stenella spp., and yellowfin tuna, Thunnus albacares, in mixed-species aggregations. FISHERY BULLETIN 71(4):1077-1092.

Perrin, W.F., T.D. Smith y G.T. Sakagawa. 1982. Status of populations of spotted dolphin, Stenella attenuata, and spinner dolphin, Stenella longirostris, in the eastern tropical Pacific. MAMMALS IN THE SEAS, FAO Fisheries series IV(5):67-83.

Perrin, W.F. y J.R. Henderson. 1984. Growth and Reproductive Rates in Two Populations of Spinner Dolphins, Stenella longirostris, with Different Histories of Exploitation. Rep.Int. Whal. Commn. (SPECIAL ISSUE 6): 417-430.

Perrin, W.F. y S.B. Reilly. 1984. Reproductive Parameters of Dolphins and Small Whales of the Family Delphinidae. Rep. Int. Whal. Commn. (SPECIAL ISSUE 6): 97-133.

Rebach, S., y W.C. Cornell. 1968. A short method of preparing the teeth of the bottle-nosed dolphin, Tursiops truncatus, for age determination. Journal of Mammalogy 49(1):163-164.

Reilly, S.1990.Seasonal changes in distribution and habitat differences among dolphins in the eastern tropical Pacific. Mar. Ecol.Prog. Ser., 66:1-11.

Reilly, S., y P.C. Fiedler.1991. Interannual variability in dolphins habitats in the eastern tropical Pacific, 1986-89. NMFS-SWFSC, La Jolla, CA, Admin Rept. LJ-90-29, pp. 1-40.

Rice, D.W., A.A. Wolman., B.R. Mate y J.T. Harvey. 1986. A mass stranding of sperm whales in Oregon: sex and age composition of the school. *Marine Mammal Science* 2(1):64-69.

Rizó-Díaz, B.L.E. 1990. Análisis de algunos aspectos físicos y biológicos de los varamientos de cetáceos en la bahía de La Paz B.C.S., México. Tesis Licenciatura FC-UNAM.

Rizó-Díaz, B.L.E. y D. auriolos-Gamboa. 1993. Crecimiento del tursiÓN del Pacífico Tursiops truncatus en el Golfo de California. *Revista de Investigación Científica, UABCS. Serie Ciencias del Mar. Numero 1.*

Scoth, M.D., y P.C. Wussow. 1983. Movements of a Hawaiian spotted dolphin. In Pincock, D.G., ed., *Proc. Fourth Int. Conf. Wildlife Biotelemetry*. Halifax, Nova Scotia, pp.353-364.

Scoth, M.D., y W.L. Perryman. 1991. Using aerial photogrammetry to study dolphin school structure. In Pryor, K., y K.S. Norris, eds., *Dolphin Societies: discoveries and Puzzles*. Univ. of California Press, Berkeley and Los Angeles, pp.227-241.

Sergeant, D.E. 1959. Age determination of odontocete whales from dentinal growth layers. *Norsk Hvalfangsttid*. 1959 (6):273-288.

Sergeant, D.E., D.K. Caldwell y M.C. Caldwell. 1973. Age, growth and maturity of bottlenosed dolphin (Tursiops truncatus) from northeast Florida. *J. Fish. Res. Board. Can.* 30:1009-1011.

Schmidly, D.F., y S.H. Shane 1978. A biological assessment of the cetacean fauna of the Texas coast. U.S. Marine Mammal Commission PB 281763.38 pp.

Shane, S.H. 1977. the population biology of the Atlantic bottlenose dolphin. Tursiops truncatus in the Aransas pass area of Texas. M.S. Thesis, Texas A&M University, College Station, 237 pp.

Sheffer, V.B. 1950. Growth layers in the Pinnipedia as an indication of age. *Science* 112 (2907):309-311.

Shour, Issac. 1936. The neonatal line in the enamel and dentine of the human deciduous teeth and first permanent molar. *American Dental Association Journal*. 23(10): 1946-1955.

Villa-Ramírez, B., F. Páez-Osuna y H. Pérez-Córtés M. 1993. Concentraciones de metales pesados en el tejido cardíaco, hepático y renal de la vaquita *Phocoena sinus* (Mammalia: Phocoenidae). Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México. Ser. Zool. 64(1). 61-72.

Young, J.S. 1980. La vida de los mamíferos. anatomía y fisiología. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. pp. 611.