



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA

“VARIACION MORFOMETRICA CON RESPECTO A LA
EDAD Y AL SEXO EN EL CRANEO DE Phocoena sinus
Norris Y McFarland, 1958”

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A :

MARIO ALBERTO PERALTA PEREZ

ASESOR: DR. BERNARDO VILLA RAMIREZ

LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MEX.

MAYO, 1994





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,
quien nunca ha dicho no a mis
aspiraciones
y es culpable de mis logros.*

INDICE

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Antecedentes.....	6
Objetivos.....	10
Materiales y métodos.....	11
Medidas craneales.....	11
Determinación de edad.....	17
Tratamiento estadístico.....	21
Resultados.....	22
Dentición.....	22
Determinación de la edad.....	29
Crecimiento craneal.....	31
Comentarios anexos a los ejemplares examinados.....	42
Discusión.....	44
Conclusiones.....	55
Agradecimientos.....	57
Literatura citada.....	58

RESUMEN

Se efectuaron 45 medidas craneales, la determinación de edad por medio del conteo de grupos de capas de crecimiento de dentina y una breve descripción de la dentadura de Phocoena sinus. Se informa que las proporciones de longitud condilobasal respecto de la anchura máxima a través del proceso cigomático y la anchura rostral a la base muestran diferencias significativas entre los sexos en las diferentes edades ($P < 0.05$). Veintitrés medidas demostraron tener un alto valor de coeficiente de correlación con la edad ajustándose a un modelo multiplicativo de crecimiento. El cráneo posee características fuertemente paedomórficas. Phocoena sinus tiene una dentadura con cierto grado de heterodoncia, primer caso para un odontoceto del reciente. Las hembras tuvieron como número máximo de capas de dentina 10 y 9 los machos. Las hembras alcanzan la madurez sexual entre las 4 y 6 capas. La gestación dura 10.2 a 10.4 meses y su lactancia 8 meses. Existe un pico de nacimientos durante enero y febrero.

INTRODUCCION

Los cetáceos son uno de los grupos de mamíferos que han causado mayor interés en el hombre desde siempre, los primeros estudios de carácter científico alrededor de ellos datan de la época del esplendor de la cultura griega con Aristóteles; con posterioridad, varios aspectos han sido estudiados paulatinamente para diferentes especies del orden.

Evolución.

Los registros paleontológicos nos indican que los cetáceos evolucionaron de un condilartro del cual también provienen los ungulados. Durante el Cenozoico temprano, al desaparecer los grandes saurios carnívoros y cuando en el Oligoceno aparecen los primeros mamíferos propiamente carnívoros y de pequeña talla, surgió un grupo perteneciente a los condilartros, los mesoníquidos, organismos cuyos restos fósiles muestran una declarada tendencia a los hábitos de carnivoría, con grandes fosas temporales, molares especializados y fuertes dientes caninos; estos seres ocupan el espacio vacante en la cadena alimenticia, extendiéndose su registro fósil hasta el Oligoceno temprano, la ocurrencia de registros en áreas donde antiguos cuerpos de agua existieron hace pensar en los posibles hábitos alimenticios asociados a las zonas ribereñas y en su paulatina mayor dependencia de los recursos acuáticos para el eventual regreso de estos mamíferos terrestres al medio acuático (Carroll, 1988; Martin, 1987).

Es en los depósitos del Eoceno temprano en donde se presentan los ancestros más antiguos en los que ya se pueden reconocer cetáceos (Gingerich, 1981 en Carrol, 1988), poseían características intermedias entre los mesoníquidos y los actuales cetáceos, los cráneos de estos protocétidos no presentan las adaptaciones típicas a la vida acuática, esto es, la bula auditiva continua fija a los huesos escamosos, basioccipital y paroccipital; además, no existen signos de una vascularización en el oído medio para compensar el cambio de presión durante el buceo. Al parecer mantenían hábitos anfibios puesto que los restos han sido hallados junto con mamíferos terrestres (Gingerich, 1981 en Carroll, 1988). Durante el Eoceno superior aparecen los arqueocetos (Carroll, 1988), que ya presentan claras muestras de su adaptación para el buceo y para nadar, esto es, su esqueleto postcraneal posee vertebras caudales que indican, por su similitud a los actuales cetáceos, la posible existencia de pedúnculos caudales, así como también poseían un cuerpo hidrodinámico, extremidades anteriores en forma de pala, las estructuras del oído se adaptaron ya al medio marino aunque no existe evidencia de un sistema de ecolocación, estas características inician su manifestación en el Oligoceno (Whitmore y Sanders, 1976). El registro fósil de los arqueoceti se extiende hacia el Oligoceno y aún al Mioceno temprano (Kellogg, 1936).

A diferencia de los arqueocetos, los cráneos de los modernos misticetos y odontocetos presentan un progresivo fenómeno, caracterizado por la retracción de las narinas de su posición anterior del rostro hacia el vértice o vertex, punto más alto en el cráneo, los huesos rostrales se proyectan a la parte anterior, hecho que permite una respiración más eficiente durante la natación (Whitmore y Sanders, 1976).

Los ancestros de los actuales misticetos y odontocetos aparecieron alrededor del Oligoceno temprano en el que se inicia una diferenciación entre los ancestros de ambos grupos (Barnes, 1976; Miller, 1923). En los odontocetos los huesos rostrales se extienden hacia el occipucio; por el contrario, en los misticetos los huesos occipitales se mueven sobre y adelante del cráneo; la dentición en los misticetos se pierde para dar lugar a las barbas de ballena, queratinizaciones del epitelio del paladar, los odontocetos son homodontos y poseen una sola raíz en los dientes; una característica significativa en los odontocetos que los hace enormemente diferentes de los misticetos en lo que respecta al comportamiento en estrategias de alimentación, socialización, etc., es la capacidad de ecolocación que no poseen los misticetos.

Los odontocetos precursores radiaron en cinco familias (Barnes, et. al., 1985a) dentro de las que se encuentra la familia Kentriodontidae, proveniente del mioceno

inferior y alcanza el Plioceno temprano, esta familia parece ser la antecesora más inmediata probable de los Delphinidae, Phocoenidae y Monodontidae (Barnes, 1978a; Carroll, 1988). Todas estas familias aparecen alrededor del Mioceno tardío (Barnes, 1976); los Phocoenidae, la familia que contiene a la especie de interés en este estudio, Phocoena sinus, tienen un registro fósil, Loxolithax stocktoni Wilson, 1973; se conoce del Mioceno medio de la Península de Palos Verdes, California y es el más antiguo para la familia (Barnes, 1976) al que posteriormente se le asigna un nuevo género, Salumiphocaena (Barnes, 1985c). Otro registro para el género Loxolithax proveniente del Mioceno de la Formación Temblor en Sharktooth Hill Bonebed en California es Loxolithax sinuosa (Kellogg, 1931; Barnes, 1976), tres especies no determinadas de focénidos están registrados entre los depósitos de las formaciones Purisima y Capistrano en California (Barnes, 1976); también del Mioceno tardío, de la formación Almejas en Isla Cedros, Baja California Barnes en 1984 describe el cráneo de dos especies de Phocoenidos fósiles, Piscolithax tedfordi Barnes, 1976 y P. boreios Barnes, 1976, en el hemisferio sur se tiene el registro de P. longirostris de Muizon, 1983 del Plioceno de la Formación Pisco en Perú. Estos últimos fósiles muestran características más primitivas que Saluminophocaena stocktoni la que sin embargo es más antigua (Barnes, 1984; 1985c). En la actualidad se consideran seis especies en la familia Phocoenidae la cual está dividida en dos subfamilias: Phocoenoidinae y Phocoeninae; la primera contiene cuatro géneros de los cuales dos son los géneros fósiles Piscolithax y Salumiphocaena y dos del reciente Austrophocaena y Phocoenoides. En la subfamilia Phocoeninae se incluye un género

fósil, Phocoenidae y los géneros del reciente, Phocoena y Neophocoena (Barnes, 1985).

Los miembros de la familia Phocoenidae comparten características que los distinguen de los demás odontocetos. Poseen una pequeña terminación posterior (quizá atrofiada) en cada hueso premaxilar que se proyecta posteriormente junto a cada narina sin alcanzar el hueso nasal; huesos palatinos que separan el proceso hamular de los pterigoides, los premaxilares presentan un par de eminencias adelante de las narinas y finalmente un lóbulo del sistema de senos aéreos que se extiende dorsalmente entre el frontal y el maxilar (Barnes, 1971).

Antecedentes.

La familia Phocoenidae está representada en México por Phocoena sinus especie endémica y actualmente restringida al norte del Golfo de California (Perrin, 1976; Villar Ramírez, 1976; Brownell, 1976; Silber, 1990). La descripción de la especie es reciente, realizada por Kenneth S. Norris y William N. McFarland, (1958) de esto resulta el desconocimiento que se tiene de los diferentes aspectos de la biología de esta especie; su esqueleto después de la descripción original, fue descrito por Orr en 1969 y Noble y Fraser en 1971 exponen las características y dimensiones del cráneo

y esqueleto postcraneal de un ejemplar; de tres ejemplares más se realiza la descripción en 1984 por Magatagan, Boyer y Villa-Ramírez.

Las medidas registradas para el cráneo de P. sinus en estos estudios son las más pequeñas para las tres especies del género: Phocoena sinus, P. spinipinnis y P. phocoena; además existen diferencias en el esqueleto postcraneal, por ejemplo, P. sinus posee vértebras con espinas neurales sin inclinación, esto es, con una proyección neutral al contrario de P. phocoena que la presenta anterior y P. spinnipinis que la proyecta posterior (Magatagan *et al.*, 1984), recientemente se tuvo el hallazgo de una característica totalmente específica en P. sinus en el tercer metacarpo de sus aletas pectorales (Villa-Ramírez *et al.*, en prensa).

Un aspecto a ser estudiado en las especies es la presencia de dimorfismo sexual, el que en parte nos dará indicios de las posibles estrategias reproductivas de la especie analizada (Ralls, 1977). Por otro lado se precisa conocer como esta estructurada su población respecto de la proporción de los sexos y edades, parámetros importantes para conocer la toma adecuada de decisiones respecto a la conservación de la especie (Nishiwaki y Yagi, 1953; Oshumi, *et. al.*, 1963; Kasuya, 1972; Kasuya y Shiraga, 1985; Jefferson, 1989).

La determinación de la edad en animales silvestres es un problema de difícil solución, para el caso de los odontocetos esta cuestión se inició cuando Owen, en 1845 descubrió la presencia de capas concéntricas de dentina en los odontocetos y pinípedos, Lankester en 1867 observó la misma característica de estas capas en Mesoplodon bidens (Hohn, 1980), la aplicación de este hallazgo se usó en 1950, cuando Scheffer propuso el uso de las capas de crecimiento de dentina para la determinación de la edad, cuando las observó en los dientes caninos de Callorhinus ursinus, Laws en 1952 y posteriormente en 1953, propuso su uso para los odontocetos; el método se tomó de uso corriente en los pinípedos como un medio para determinar su edad, en Callorhinus ursinus (Chiasson, 1957) y Eumetopias jubata (Fiscus, 1961; Spalding, 1964). Uno de los primeros trabajos en el que se usa este método para conocer aspectos de la historia de vida en odontocetos, lo realizarían Nizhiwaki y Yagi en 1953 en Prodelphinus caeruleo-albus = Stenella coeruleoalba, ellos lograron tener las primeras evidencias de una legítima relación entre las capas de dentina y la edad de los ejemplares; posteriormente Sergeant (1959), desarrolla la hipótesis que afirma que la deposición de las capas es anual, depositándose una capa opaca y una clara constituyendo este conjunto una capa anual. Después de estos acontecimientos se ha venido usando el método de manera regular en diferentes especies de odontocetos como calderones, (Globicephala macrorhynchus) (Marsh y Kasuya, 1991; delfín común, (Delphinus delphis) (Hui, 1979); marsopa de Dall, (Phocoenoides dalli) (Kasuya y Shiraga, 1985); marsopa común (Phocoena phocoena) (Nielsen, 1972) y otros.

En particular, para el género Phocoena, los estudios encaminados a conocer su historia de vida empezaron a obtener las ventajas de este método de determinación de edad, con el trabajo de Nielsen (1972) que comprueba de manera experimental, la deposición anual de las capas de dentina.

Diferentes trabajos sobre el crecimiento del cráneo y determinación de edad, han sido llevados al cabo en marsopas para conocer si existe dimorfismo sexual a nivel craneal, así como una variación geográfica, tasas de crecimiento, aspectos de la biología reproductiva (Kasuya y Shiraga, 1985; Noldus y de Klerk, 1984; Gaskin y Blair, 1977).

La especie, Phocoena sinus es una especie en peligro de extinción, la International Union for Conservation of Nature and Natural Resources la contempla, en 1978 como especie vulnerable y en "Especies Mexicanas de Vertebrados Silvestres raras o en peligro de extinción" se le enlista (Villa-Ramírez, 1978) también en el apéndice I de la Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora de 1979; de tal manera que cada estudio encaminado a conocer los diferentes aspectos biológicos de esta especie contribuirá a su conservación. La muerte incidental de este cetáceo en redes agalleras para la captura de totoaba (Totoaba macdinaldi) ha sido documentada desde los primeros estudios de la especie, así como la muerte en redes de arrastre para camarón (Norris y Prescott, 1961), posteriormente en 1975 se prohíbe la pesca de la totoaba por una declinación en sus

poblaciones, sin embargo, se piensa que aunque esté beneficiará a la vaquita, el uso de las redes agalleras para otras especies de sciaenidos y tiburones seguirá afectando al cetáceo (Brownell, 1976) y con la información disponible en ese entonces el mismo autor estima que la mortalidad de la vaquita debe de ser del orden de decenas a cientos de individuos de P. sinus al año. Investigaciones recientes demuestran que sigue existiendo una mortalidad considerable debido a las pesquerías y lo restringido de la distribución de la vaquita (Villa-Ramírez, et. al. en prep.).

OBJETIVOS

Objetivo general:

Determinar la variación morfométrica con respecto al sexo y a la edad, esta última determinada en base a los grupos de crecimiento de dentina.

Objetivos particulares:

- Obtener las posibles correlaciones entre las medidas craneales con la edad de los ejemplares, determinada en base a los grupos de crecimiento de las capas de dentina.

- Determinar que medida craneal es la que contribuye en mayor proporción a la variación entre edades y sexos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron medidas en 19 cráneos de Phocoena sinus, que fueron colectados de 1966 a 1991 por diferentes investigadores de cuatro instituciones, las que fueron visitadas para el registro de las medidas: Los Angeles County Museum of Natural History (LACM); Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos (CEDO); Cubículo de mamíferos marinos, Laboratorio de vertebrados, Facultad de Ciencias de la UNAM (FACMM) y la Colección Mastozoológica del Instituto de Biología de la UNAM (IBUNAM).

Medidas craneales.

Las medidas registradas están basadas en los trabajos de Noldus y de Klerk (1984), Yurick y Gaskin (1987) con Phocoena phocoena, Norris y McFarland (1958) en donde se describe por primera vez a P. sinus y finalmente en el trabajo de Magatagan et al, 1984; estos trabajos complementaron los unos de los otros eligiendo todas las medidas craneales que mencionan cada uno, de tal manera se eligieron cuarenta y cinco medidas (en las figuras 1 y 2 se esquematiza la forma en que se

tomaron, en estas figuras se omitieron las contrapartes de aquellas medidas que estaban pareadas en los lados izquierdo y derecho). Descripción de las medidas craneales:

1. Longitud condilobasal (**LC**).
2. Altura craneal-de la parte más ventral del basioccipital al margen posterior del supraoccipital- (**Ac**).
3. Anchura rostral a la base (**arb**).
4. Anchura rostral a las narinas (**arn**).
5. Anchura rostral a los frontales-sutura del parietal y frontal atrás del margen posterior del proceso anteorbital del frontal (**arf**).
6. Anchura máxima a través del proceso cigomático (**acig**).
7. Anchura rostral a la distancia media de la longitud rostral izquierda a la base (**ar 1/2**).
8. Longitud rostral a la narina (**Lrn**).
9. Longitud rostral lado izquierdo (**Lri**).
10. Longitud rostral lado derecho (**Lrd**).
11. Longitud premaxila izquierda (**Lpmi**).
12. Longitud premaxila derecha (**Lpmd**).
13. Anchura del premaxilar a la distancia media de la longitud rostral (**apm 1/2**).
14. Anchura máxima de los premaxilares (**apm**).
15. Longitud máxima del maxilar izquierdo en paralelo a la línea media del cráneo (**Lmi**).

16. Longitud máxima del maxilar derecho (**Lmd**).
17. Anchura interna de las narinas del margen izquierdo al derecho (**an**).
18. Anchura mayor de la narina izquierda (**ani**).
19. Anchura mayor de la narina derecha (**and**).
20. Anchura máxima de los nasales (**aN**).
21. Longitud máxima de la fosa temporal izquierda-tomada a partir de la punta del proceso cigomático del escamoso al punto de intersección de las suturas del parietal y el occipital (**LFi**).
22. Altura máxima de la fosa temporal izquierda (**AFi**).
23. Longitud mandíbula izquierda (**LMi**).
24. Altura máxima de la mandíbula izquierda-perpendicular al eje longitudinal (**AMi**).
25. Longitud mandíbula derecha (**LMd**).
26. Altura máxima mandíbula derecha (**AMd**).
27. Altura de la mandíbula izquierda en la protuberancia apical (**AMpi**).
28. Altura de la mandíbula derecha en la protuberancia apical (**AMpd**).
29. Longitud del surco dental de la mandíbula izquierda-de la punta de la mandíbula al margen posterior del último alveolo-(**LsMi**).
30. Longitud del surco dental de la mandíbula derecha (**LsMd**) .
31. Longitud del surco dental del maxilar izquierdo (**Lsmi**).
32. Longitud del surco dental del maxilar derecho (**Lsmd**).
33. Anchura del foramen mágnum (**afm**).
34. Altura del foramen mágnum (**Afm**).

35. Longitud del proceso anteorbital izquierdo (**LPi**) .
36. Longitud del proceso anteorbital derecho (**LPd**).
37. Máxima anchura en el proceso paraoccipital (**apo**).
38. Máxima anchura de los cóndilos occipitales (**aco**).
39. Distancia de la cresta frontal a la base del cóndilo occipital (**cfco**).
40. Distancia de la "unión del rostro" (ranura del proceso anteorbital) a la base posterior del parietal, en el lado izquierdo (**rpar**).
41. Longitud de la punta anterior del rostro a la base anterior del vómer (**Lvo**).
42. Máxima longitud de los palatinos (**LPt**).
43. Máxima anchura de los palatinos (**aPt**).
44. Exposición de los frontales lado izquierdo (**Ex**).
45. Fórmula dentaria, contando la piezas dentales o los alveolos en caso de no existir aquellas (**D**).

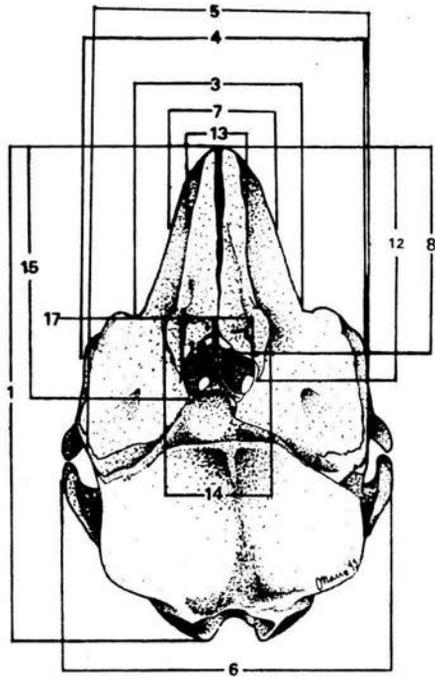
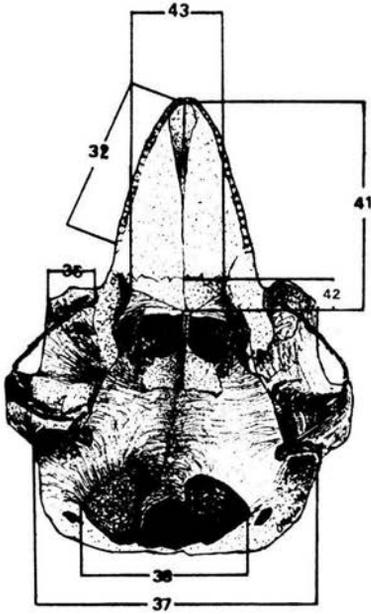


Figura 1. Vistas dorsal y ventral del cráneo de *P. sinus* y las medidas numeradas que se consideraron.

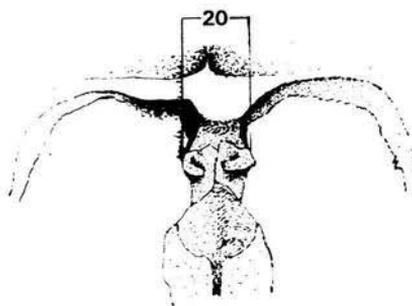
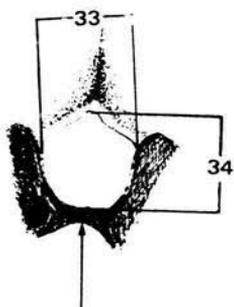
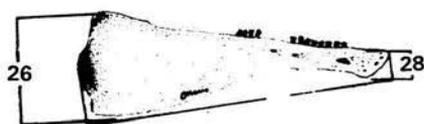
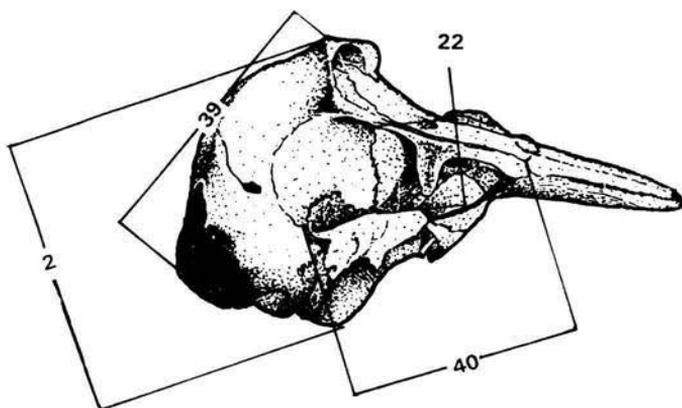


Figura 2. Vista lateral derecha, foramen mágnum, huesos nasales y buceo dentario derecho de *P. sinus* y las medidas consideradas; la flecha indica desde donde fue tomada la medida número 39.

Determinación de edad.

Para llevar a cabo la técnica descrita por Gaskin y Blair (1977) para la determinación de edad, se tomaron en cuenta las ventajas que presentaba sobre las demás técnicas, éstas son: tener mayor control de la dirección en que se esmerila, ya que es de manera manual, de esta forma, ellos obtuvieron mejores resultados con los dientes de Phocoena phocoena que cuando incluyeron y cortaron con microtomo para obtener las secciones; con respecto a la tinción se eligió la hematoxilina-eosina por ser una técnica que probó proporcionar buenos resultados desde un principio, en este estudio y ser accesible por el equipo con que se contaba además de ser económica. Para obtener las secciones para determinación de edad se tomó un diente a la vez, de la mandíbula del lado izquierdo de entre las posiciones 10 a 13 o escogiendo el diente de mayor talla del ejemplar cuando no fue posible conocer la posición. El proceso se inició esmerilando el diente en sentido longitudinal hacia su parte media con papel lija de calibre 240 y paulatinamente cambiando a calibres más finos hasta llegar a 600, de esta manera la sección alcanzó un grosor entre 180-200 micrómetros misma que se descalcificó con ácido fórmico al cinco por ciento durante treinta minutos con revisiones periódicas cada diez minutos, concluyendo está la sección fue lavada con agua corriente y finalmente con agua destilada. La tinción de la sección se realizó con la técnica de hematoxilina-eosina modificandola en el tiempo de exposición a los colorantes, además en el proceso no existió la inclusión en parafina, y fue como a continuación se describe:

- a) En una caja de Petri con 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 treinta segundos.

c) Se lavó con agua corriente y agua destilada.

d) Las gotas de eosina se mantuvieron en contacto con la sección durante quince segundos.

e) Se retiró 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. Antes de montar la preparación se observó al microscopio para verificar la correcta tinción, después se montó en resina sintética y se rotuló con los siguientes datos: especie, número de catálogo, tipo de tejido (diente), tipo de tinción, fecha de preparación y nombre de quien preparó la muestra.

Lectura de las capas de dentina.- Para un mejor entendimiento de esta sección es necesario describir las partes que componen el diente en el género Phocoena (Gaskin y Blair, 1977; Stuart y Morejohn, 1980; Noldus y de Klerk, 1984) (figura 3), éstas son:

1.- Una delgada capa de esmalte cubriendo la corona; la raíz tiene cemento.

2.- La dentina prenatal, la cual tiene generalmente una estructura globular.

3.- La línea neonatal, línea divisoria entre la dentina prenatal y postnatal, muy delgada, ligeramente coloreada, visible sólo con microscopio.

4.- La dentina postnatal; esta forma la parte restante del diente. Consiste de capas, las cuales son llamadas Grupos de Capas de Crecimiento (G. L. G. por sus siglas en inglés). Cada grupo consiste de una zona delgada y clara y otra gruesa y oscura.

5.- Finalmente está la cavidad pulpar, que disminuye conforme se deposita la dentina.



Figura 3. Esquema de las capas de dentina y microfotografía de la sección de diente, mostrando la forma de conteo.

El conteo se realizó con la ayuda de microscopio óptico con aumento de 10X y 40X, se inició a partir del primer grupo de crecimiento formado después de la línea neonatal, de tal manera este primer grupo corresponde al primer año; el conteo se realizó tres veces, cada ocasión en diferentes días para cada preparación a doble ciego con objeto de observar si existía variación en el criterio al distinguir los grupos de crecimiento. Dado que existían en la muestra ejemplares con menos de un año de edad e indicaban claras diferencias en su desarrollo, se calculo su edad en base al grado de osificación de los huesos craneales, a su longitud condilobasal comparativamente y al grosor de la primera capa de la dentina postnatal.

Tratamiento estadístico.

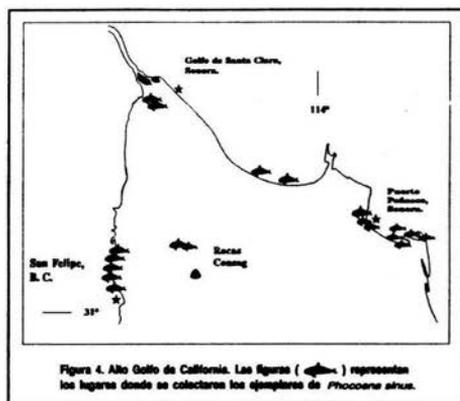
Se practicó la prueba de Mann-Whitney a cada una de las medidas para comparar ambos sexos. Se obtuvo la relación (cociente) existente entre la longitud condilobasal y cada medida y se aplicó la t de Student para su comparación por último se efectuaron regresiones mediante el paquete estadístico STATGRAPHICS Ver.4.0 (Statistical Graphics System).

RESULTADOS

De los 19 cráneos estudiados cinco pertenecieron a hembras, seis a machos y ocho no tenían indicado el sexo en sus rótulos. Fueron colectados en tres localidades Puerto Peñasco, Sonora; Golfo de Santa Clara, Sonora y del Puerto de San Felipe, Baja California (Cuadro 1 y Figura 4).

Dentición.

Se presentan de 17 a 24 dientes ($n = 14$) en el maxilar izquierdo de Phocoena sinus, de 15 a 23 en el maxilar derecho ($n = 15$), el hueso dentario izquierdo tiene un mínimo de 18, y un máximo de 20 dientes ($n = 14$) y el derecho 16 a 20 ($n = 14$). La forma de los dientes varía de la parte anterior a la posterior en los maxilares así como en las mandíbulas, aunque en estas últimas la diferencia no es tan distinguible. Los dientes de P. sinus muestran un diseño muy diferente a los demás focénidos, con una apariencia molariforme en los dientes posteriores.



Para poder describir la forma de los dientes se tomaron como modelo cuatro dientes pertenecientes al ejemplar IBUNAM 33933. En el diente representado en la figura 5-A en vista oclusal (i) se observan once cúspides rudimentarias y romas, formando una media luna de las que en la vista labial (ii)

sólo se ven tres y en la vista lingual (iii) quedan al descubierto nueve. En medio de la media luna se forma una superficie cóncava. La raíz constituye alrededor del cincuenta por ciento de la longitud total del diente, las dimensiones de la corona son, dos por tres milímetros de largo en vista oclusal y en la raíz dos y medio milímetros de diámetro. El diente del apartado B de la figura 5, de una posición más anterior del maxilar, tiene un diseño más elaborado, en vista oclusal (iv) se distinguen 12 cúspides, cuatro se disponen en fila en la parte media de la corona en forma transversal conforme a las restantes que se distribuyen a los lados; en la vista labial (v) sólo tres cúspides son muy evidentes y las demás únicamente se distinguen un poco en la parte superior de la corona y es en la vista lingual (vi) en donde se observa con claridad la magnitud de las cúspides, cinco se ven en primer plano del esquema hacia el interior, son altas formando una cavidad, arriba de estas cúspides se aprecian tres superficies similares a las que presenta un molar en las facetas de corte, el diente aquí esquematizado tiene una particularidad, la raíz es extremadamente ancha con

cuatro milímetros en vista lateral contra la longitud total de cinco y medio milímetros, la altura de esta raíz es de tres y medio milímetros y de tres milímetros para la corona; este diente esta mas comprimido lateralmente (labiolingualmente) que el anterior que se describió y esta ligeramente curvado hacia el interior.

Los dientes que se muestran en la figura 5 C y D ya no exhiben un diseño tan elaborado como los anteriores, ambos pertenecen a zonas mas anteriores del surco dental, la dimensión de sus cúspides no es equiparable a la de los dos dientes antes esquematizados. El diente de la figura C posee doce cúspides que se aprecian en la vista oclusal (vii) y lingual (ix), desde la parte externa, vista labial (viii) sólo se distinguen los extremos de las cúspides. La parte interna o lingual es ligeramente cóncava, la longitud total del diente es de 1.1 milímetros, la anchura en la corona es tres y medio milímetros y la altura de la misma es de tres milímetros, además esta curvado aun más que los dientes antes descritos.

La pieza dental de la figura 5 D sólo posee discretas cúspides en vista oclusal (x), tres en total que también se ven en la vista lingual (xii) además del área cóncava, la vista labial es casi lisa y convexa (xi) dejando apenas adivinar las cúspides (en el dibujo se les ha exagerado para hacerlas evidentes). Los dientes aquí descritos tienen la tendencia que siguen los dientes de todos los ejemplares revisados en este estudio en la cantidad de cúspides y su disposición, en base a los ejemplares revisados, varia entre individuos pero siempre es mayor la complejidad en el diseño en los dientes

posteriores con respecto a los anteriores así como son mas elaborados los dientes de los maxilares que los de los dentarios.

Para comprobar la naturaleza de la cúspides se retiró la gingiva que aun cubría algunos dientes para encontrar que ya existen estas cúspides características, además al ser observados a través del microscopio estereoscópico el paso de la luz permitió ver que el crecimiento de la dentina sigue las cúspides que se observan en el esmalte.

Por medio de dos ejemplares el 19588 y 3839 del IBUNAM, los que aun conservan algunos de los dientes de la maxila y de los dentarios en su posición, fue posible saber como se lleva a cabo, aproximadamente, la oclusión; se hicieron coincidir de manera manual las maxilas y los huesos dentarios. Los dientes de la maxila deslizan su cara labial sobre la cara lingual de los de la mandíbula (Figura 6), de tal manera que las cúspides de uno encajan en las superficies del otro. Por otra parte la mandíbula posee en la parte anterior, alrededor del décimo diente, una torsión la que provoca que los dientes anteriores de la maxila ocluyan en forma inversa a los posteriores, pasan por la cara labial de los dientes del hueso dentario.

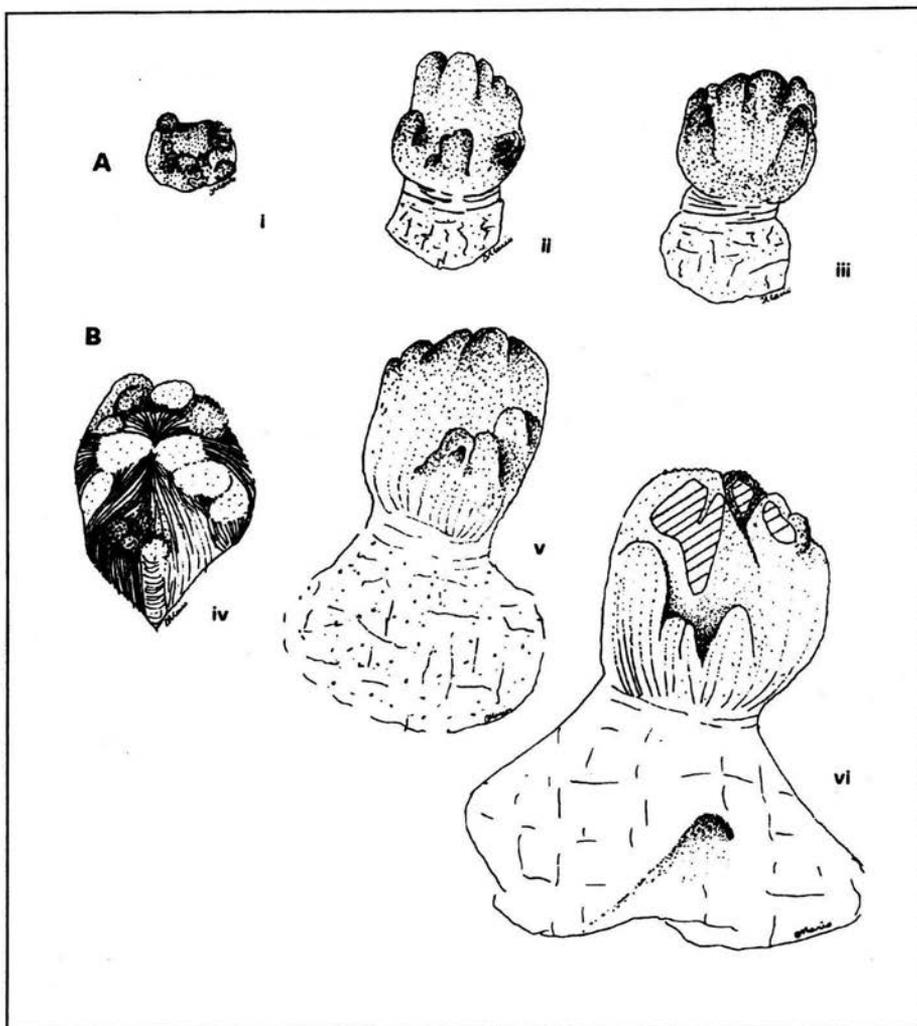


Figura 5. Dientes de *P. sinuatus* IBUNAM 33933 en vista oclusal, labial y lingual (A, B), pertenecen a la zona más posterior del surco dental (ver texto).

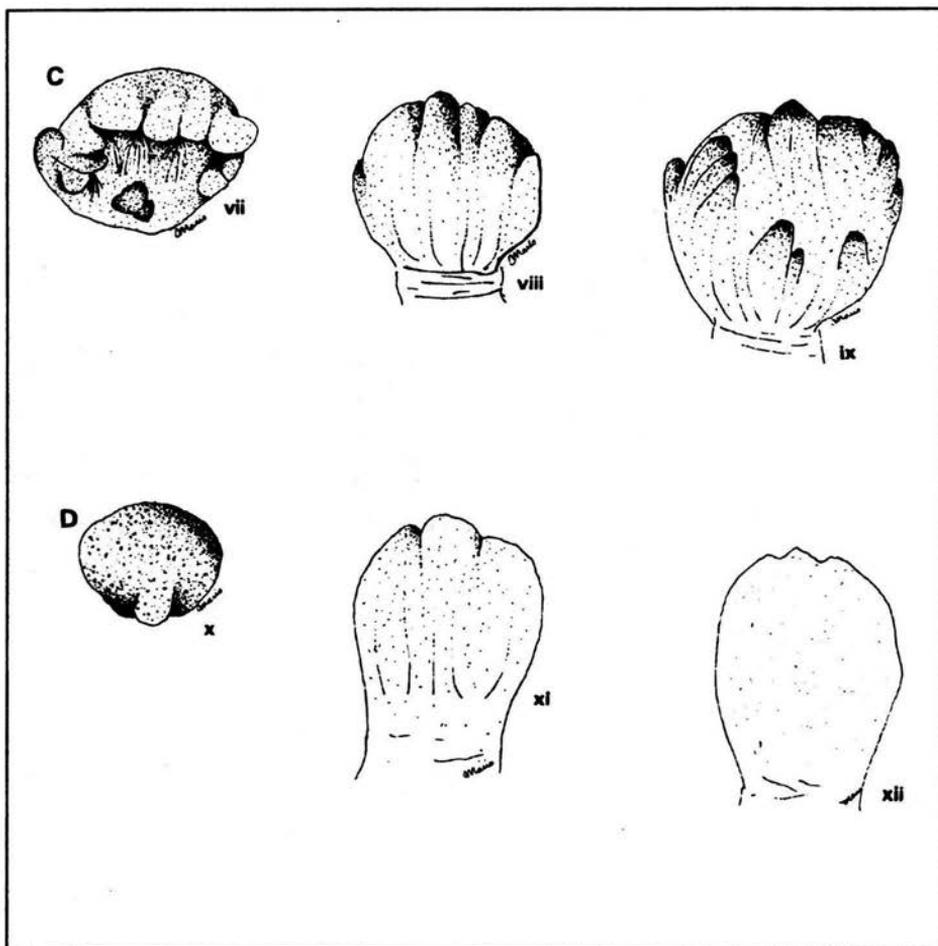


Figura 5. Continuación; dientes de la parte media (C) y anterior (D) del arco dental (ver texto).

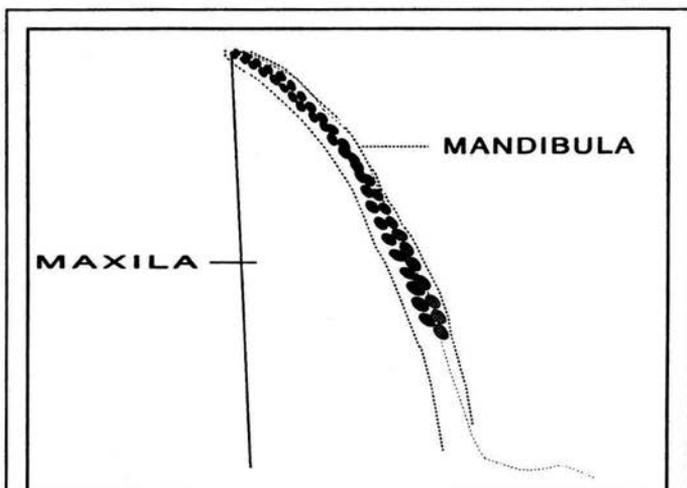


Figura 6. Modelo de oclusión en los ejemplares IBUNAM 33034 y 33935, vista ventral, (●) dientes maxila, (●) dientes mandíbula.

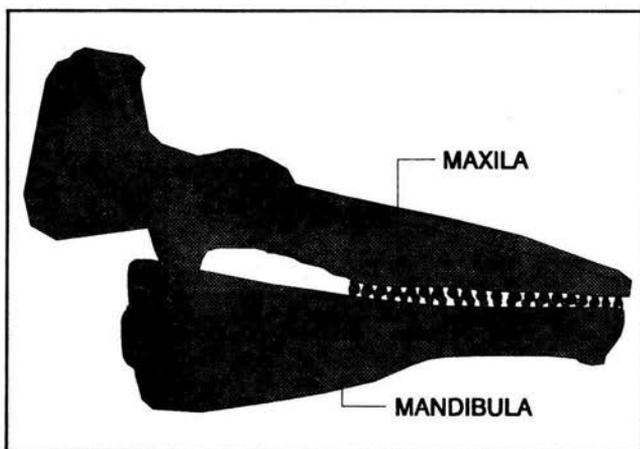


Figura 6. Continuación. Vista lateral de la oclusión. (■) Dientes maxila, (■) dientes mandíbula.

Determinación de la edad.

Las secciones vistas al microscopio óptico muestran las capas concéntricas que han adquirido coloraciones distintivas debido a la tinción, esto es, la capa gruesa tomó el color violeta propio de la tinción con hematoxilina y la capa delgada apareció rosada de manera muy tenue por la eosina, sin embargo hubo ligeras variaciones en las distintas secciones. En cada preparación se observó de manera cualitativa que las capas disminuyen en grosor conforme se depositan, en especial la capa gruesa o oscura. El número máximo de capas de crecimiento registradas en esta muestra para las hembras fue de 10 y para los machos de 9, en ambos casos se apreciaban entre 2 y 3 capas más pero que no tenían continuidad por lo que no fue posible tomarlas en cuenta pues harían el conteo poco exacto, estos ejemplares tenían la cavidad pulpar prácticamente obturada. De los ejemplares sin registro de sexo el máximo número de capas fue 12 en un ejemplar que también presentaba la cavidad casi obturada, además uno de estos ejemplares, proveniente del Museo de Historia Natural de Los Angeles, mostraba la cavidad pulpar obturada y la corona desgastada ambas en su totalidad, de éste no se obtuvo sección ya que al estar desgastada la corona no sería posible el contar las primeras capas de crecimiento, sin embargo de este ejemplar se puede deducir que el número máximo aproximado de capas que se depositan en esta especie debe de estar alrededor de 20 en base a los ejemplares de edad conocida con la cavidad obturada parcialmente. Las edades registradas para esta muestra se indican en el cuadro 2.

EJEMPLAR	LOCALIDAD	SEXO
IBUNAM 33933	SANTA CLARA, SON.	HEMBRA
IBUNAM 3947	SAN FELIPE, B. C.	HEMBRA
IBUNAM 33934	PUERTO PEÑASCO, SON.	HEMBRA
FCMM 0068	SAN FELIPE, B. C.	HEMBRA
LACM 28259	SAN FELIPE, B. C.	HEMBRA
FCMM 0123	SANTA CLARA, SON.	MACHO
IBUNAM 3948	SAN FELIPE, B. C.	MACHO
FCMM 0067	SAN FELIPE, B. C.	MACHO
CEDO 30/ABRIL/87	PUERTO PEÑASCO, SON.	MACHO
IBUNAM 33935	PUERTO PEÑASCO, SON.	MACHO
IBUNAM 3838	SANTA CLARA, SON.	MACHO
IBUNAM 19688	PUERTO PEÑASCO, SON.	?
CEDO sin datos.	PUERTO PEÑASCO, SON.	?
IBUNAM 19689	PUERTO PEÑASCO, SON.	?
IBUNAM 3840	PUERTO PEÑASCO, SON.	?
IBUNAM 17057	PUERTO PEÑASCO, SON.	?
LACM 27407	SAN FELIPE, B. C.	?
LACM 51138	SAN FELIPE, B. C.	?
LACM 33496	SANTA CLARA, SON.	?

Cuadro 1. Ejemplares registrados en este estudio.

EDAD	HEMBRAS	MACHOS	?
0.2	0	1	0
0.3	1	1	0
0.5	1	1	0
0.7	0	1	0
1	1	0	0
2	0	0	1
5	0	1	0
6	1	0	1
8	0	0	1
9	0	1	1
10	1	0	0
12	0	0	1

Cuadro 2. Número de capas de dentina registradas en este estudio para cada ejemplar.

La prueba de Mann-Whitney efectuada para distinguir diferencias en las medidas entre los sexos a un nivel de significancia de 0.05, no indicó diferencias con significancia estadística para ninguna de las medidas.

Crecimiento craneal.

Los resultados de la proporción que guarda la longitud condilobasal sobre las demás medidas, indican que, a excepción de la exposición de los frontales (Ex. medida número 44), todas mantienen dimensiones constantes en ambos sexos a lo largo del desarrollo ontogénico (cuadro 3). La prueba de t aplicada a estos valores indica una diferencia significativa entre sexos en dos de las proporciones: longitud condilobasal sobre anchura rostral a la base Lc/arb y longitud condilobasal sobre la anchura máxima

a través de los procesos cigomáticos de los huesos escamosos Lc/acig proporciones en las que se encontró que los machos poseen una relación mayor, la prueba se aplicó a un nivel de significancia 0.05. La bóveda craneana tiene la misma simetría en todas las edades, osea que crece en las mismas proporciones en todas direcciones durante el desarrollo ontogenético, las medidas, altura craneal Ac, máxima anchura en el proceso paraoccipital apo y la distancia de la cresta frontal a la base de los cóndilos cfco, que están relacionadas al crecimiento de la bóveda, tienen una proporción de dos a uno (2:1) la longitud condilobasal durante el desarrollo de los individuos, de manera similar las proporciones correspondientes a la longitud del rostro mantienen sus valores durante toda la vida de los individuos de P. sinus.

De los modelos de regresión probados el que mostró un mejor ajuste fue el modelo multiplicativo, basándose para esto en los altos valores de r y r^2 ($P < 0.05$) y además en el análisis de varianza de las desviaciones que indicaban niveles de probabilidad bajos. El análisis de regresión efectuado indica una fuerte relación entre algunas medidas craneales y la edad de los individuos de esta especie, tomando como indicador de esto, el coeficiente de correlación; de las cuarenta y cuatro medidas realizadas, 23 tienen un coeficiente de correlación superior a 0.9, 18 están entre 0.5 y menos de 0.9 o sus residuos no demuestran que el modelo se ajuste de manera adecuada a los datos observados, 2 medidas están por abajo de 0.5 y finalmente una medida presentó pendiente negativa en el análisis, esta fue la exposición de los

frontales (Ex # 44). En el cuadro 4, únicamente vemos los valores de la regresión de aquellas medidas en que el índice de correlación fue alto ($P < 0.05$) y el análisis de varianza indicó significancia.

MEDIDAS	HEMBRAS	MACHOS
Ac	$\bar{x} = 2.124$ std = 0.15 var = 0.024	$\bar{x} = 2.041$ std = 0.06 var = 0.003
arb	$\bar{x} = 3.062$ std = 0.10 var = 0.010	$\bar{x} = 3.346$ std = 0.23 var = 0.053
acig	$\bar{x} = 1.587$ std = 0.06 var = 0.002	$\bar{x} = 1.675$ std = 0.09 var = 0.008
apm	$\bar{x} = 5.317$ std = 0.13 var = 0.019	$\bar{x} = 5.268$ std = 0.41 var = 0.168
Lmi	$\bar{x} = 1.486$ std = 0.08 var = 0.007	$\bar{x} = 1.494$ std = 0.08 var = 0.007
LFi	$\bar{x} = 3.702$ std = 0.18 var = 0.033	$\bar{x} = 3.960$ std = 0.48 var = 0.232
AFi	$\bar{x} = 6.110$ std = 0.45 var = 0.208	$\bar{x} = 5.652$ std = 0.63 var = 0.402
LMI	$\bar{x} = 1.306$ std = 0.02 var = 0.0006	$\bar{x} = 1.294$ std = 0.05 var = 0.003
AMI	$\bar{x} = 4.485$ std = 0.24 var = 0.061	$\bar{x} = 4.413$ std = 0.35 var = 0.125
afm	$\bar{x} = 6.528$ std = 0.20 var = 0.043	$\bar{x} = 6.039$ std = 0.63 var = 0.405
Afm	$\bar{x} = 6.433$ std = 1.09 var = 1.189	$\bar{x} = 5.964$ std = 0.93 var = 0.875
apo	$\bar{x} = 2.017$ std = 0.08 var = 0.007	$\bar{x} = 1.977$ std = 0.07 var = 0.005
aco	$\bar{x} = 3.424$ std = 0.07 var = 0.006	$\bar{x} = 3.432$ std = 0.15 var = 0.024
cfoc	$\bar{x} = 1.931$ std = 0.07 var = 0.005	$\bar{x} = 1.886$ std = 0.06 var = 0.004

Cuadro 3. Medias, desviación y varianza de las proporciones de la longitud condilobasal con respecto a las demás medidas para todas las clases de edad, en letras itálicas las que presentan diferencia significativa ($n = 5$ y $\delta n = 6$).

Las gráficas correspondientes a algunas de las medidas indicadas en el cuadro 4 y que se exhiben en las figuras 7 y 8 son aquellas con un comportamiento similar, en la muestra estas ocho medidas poseen una tasa de crecimiento muy alta antes del segundo año, esto es, bajo el supuesto de que a cada grupo de crecimiento le corresponde un año de vida del ejemplar. Posterior a este año el aumento en talla disminuye significativamente, sin embargo la curva ajustada continúa creciendo lentamente.

MEDIDA	COEFICIENTE	ORDENADA	PENDIENTE
LC	0.9843	3.044	0.1317
Ac	0.9419	2.2986	0.0967
arb	0.9430	1.8924	0.1676
arn	0.9582	2.4087	0.1661
arf	0.8724	2.3818	0.1258
acig	0.9516	2.5517	0.1613
armed	0.8991	1.4526	0.2251
Lrn	0.9591	2.3511	0.1985
apmmed	0.6953	0.7718	0.1796
apm	0.9511	1.3905	0.1614
Lmi	0.9494	2.6526	0.1701
aco	0.9726	1.811	0.1511
cfco	0.9268	2.3821	0.096
Ex	-0.8642	5.0135	-0.3793

Cuadro 4. Valores de los análisis de regresión de las medidas vs. $\ln(g.c.c. + 1)$ de aquellas medidas craneales con altos valores de correlación

($P < 0.05$) y de interés por su tipo de crecimiento.

La siguiente figura (Fig. 9) contiene las gráficas de cuatro medidas en las que es durante el primer año en el que se registra el desarrollo más intenso, de aquí cabe destacar la anchura rostral al proceso cigomático del escamoso acig (#6), la que ofrece en la muestra diferencias significativas entre sexos en su proporción con respecto a la longitud condilobasal ($P < 0.05$). Del cuadro número 4 únicamente tres medidas se alejan de la manera en que se desarrollan las demás y son la anchura de los premaxilares a la distancia media *apmmed* y la exposición de los frontales *Ex*. La anchura de los premaxilares es la única en este cuadro con un bajo valor de *r*, presentando una diferencia muy marcada con la anchura de los premaxilares *apm* que posee una *r* de 0.9511 bastante significativa, además *apmmed* exhibe un aumento paulatino y no tan acelerado hasta los cinco años, cuando se alcanzan las tallas mayores, *apm* pertenece a las medidas que crecen de manera acelerada durante el primer año. Por otra parte la exposición de los frontales es singular al exponer una pendiente negativa y además sin presentar ningún período preciso de mayor desarrollo, las gráficas de la exposición de los frontales y la anchura de los premaxilares a la distancia media se exponen en la figura 11. Algunas medidas como aquellas correspondientes a el lado derecho de cada una en las que se registro su dimensión, no se han mencionado, ya que el cráneo es simétrico en el desarrollo de cada uno de los lados, a diferencia de la gran mayoría de los odontocetos en los que generalmente un lado es mas grande que el otro. Finalmente se menciona a manera complementaria el resultado de la longitud total somática de algunos ejemplares de los que fue posible obtenerla. Se efectuó el análisis de regresión longitud total versus edad en cuya

gráfica (fig.10) se puede observar la misma manera de crecimiento que en el cráneo, la talla mayor en la longitud total para los ejemplares examinados corresponde a una hembra con 150 centímetros y un máximo para los machos de 145 centímetros. Además se obtuvo la regresión para la longitud condilobasal contra la longitud total (fig. 10) teniendo un coeficiente de correlación de 0.98.

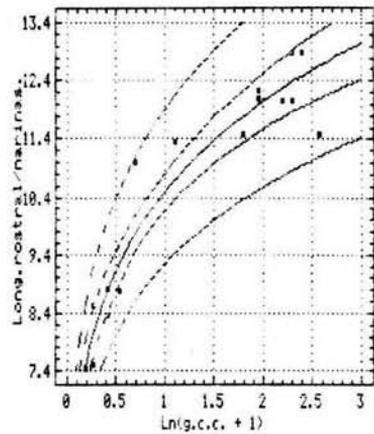
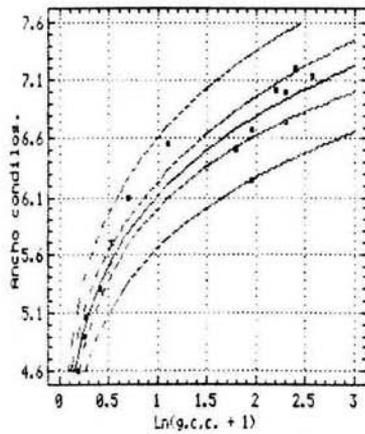
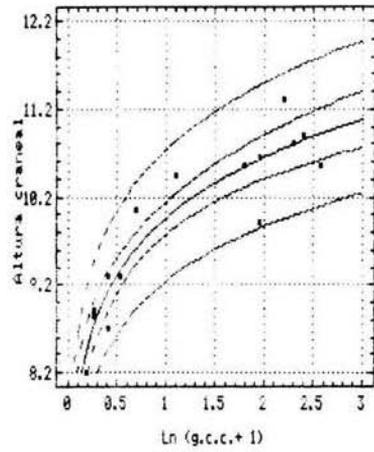
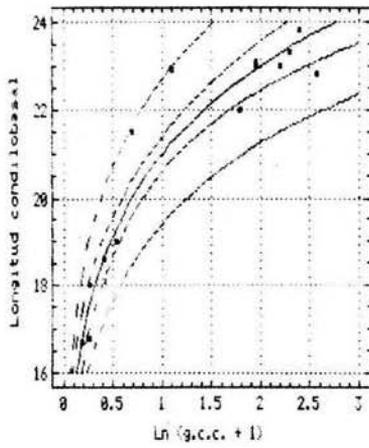


Figura 7. Curvas para 4 medidas (cm) versus el logaritmo natural del número de grupos de capas más 1, las líneas punteadas internas son los límites de confianza, las externas de predicción (95%). Estas medidas crecen intensamente hasta dos años $\text{Ln}(\text{g.c.c.} + 1) = 1.09$.

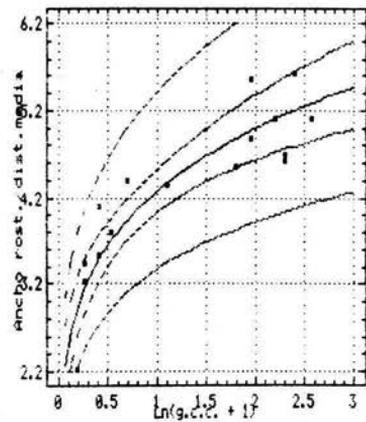
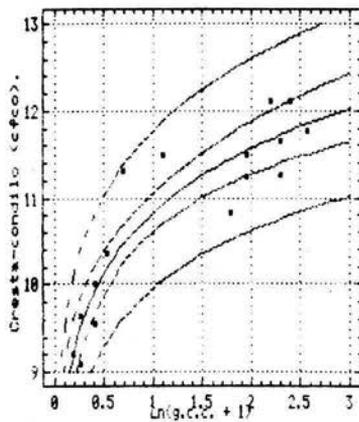
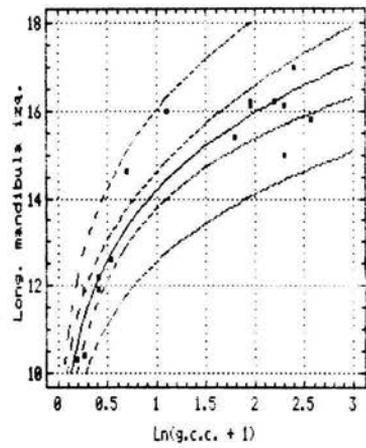
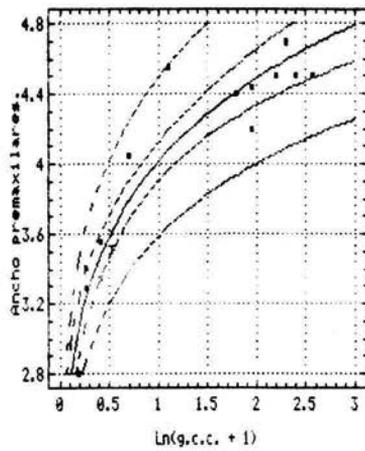


Figura 8. Curvas de crecimiento para cuatro dimensiones craneales (cm) contra $\ln(g.c.c. + 1)$. Su crecimiento intenso es hasta los dos grupos de capes.

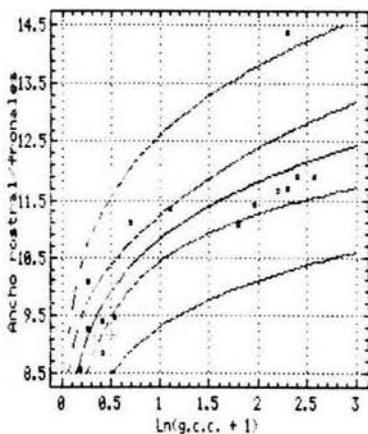
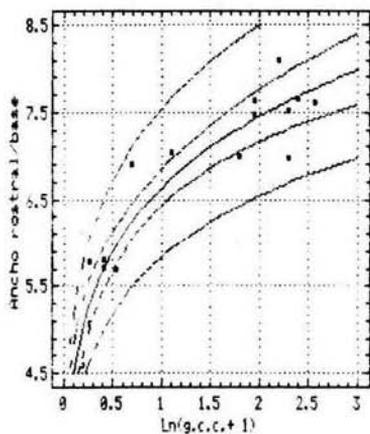
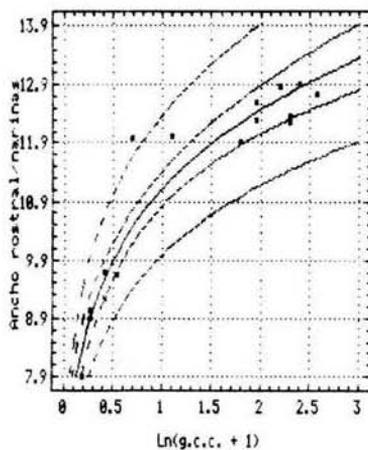
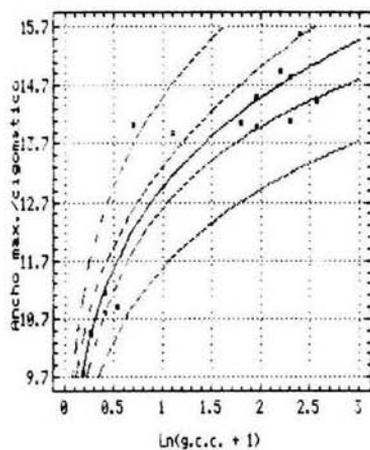


Figura 9. Curvas de crecimiento para las medidas (cm) que poseen un fuerte crecimiento antes el primer grupo de capas de crecimiento, el valor que corresponde en x es $\text{Ln}(\text{g.c.c.} + 1) = 0.69$.

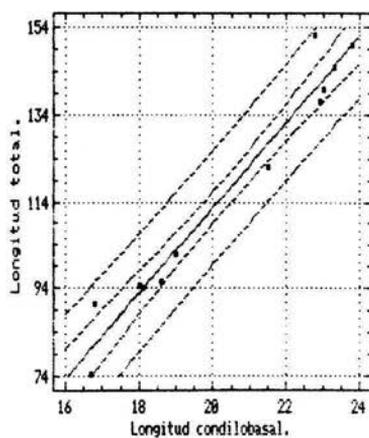
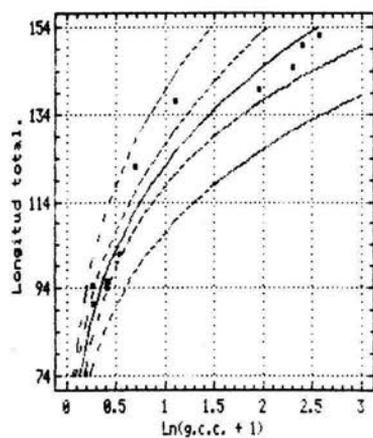
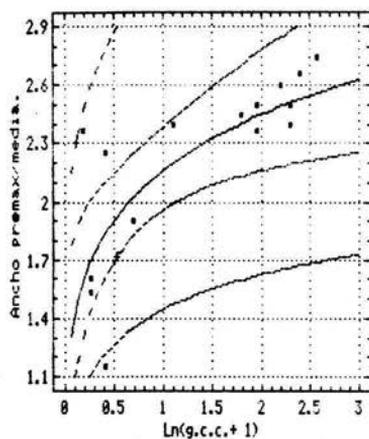
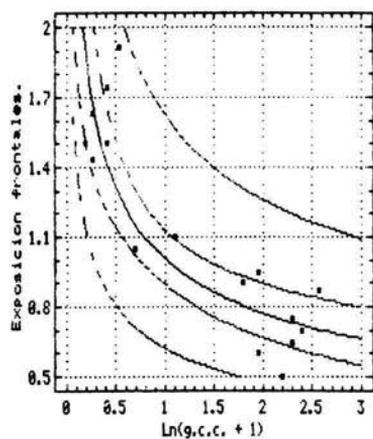


Figura 10. Curvas de crecimiento para la Ex, $apm1/2$ y la longitud total versus $\ln(g.c.c. + 1)$ y la correlación entre la longitud total y la longitud condilobasal (ver texto para explicación).

Comentarios anexos a los ejemplares examinados.

Aunque los resultados cuantitativos no indicaron asimetría en el cráneo, de manera cualitativa se percibió la asimetría, en el vertex, el cual conforme aumenta la edad de los animales tiende a proyectarse a la derecha del cráneo, de la misma manera en el occipital el cual posee un surco en la parte media (que se aprecia en la figura 1) que se mueve conforme el desarrollo del animal hacia la derecha. Esta asimetría no afectó al parecer las dimensiones que se consideraron.

Un par de ejemplares de la colección de mamíferos marinos de la Facultad de Ciencias de la UNAM, con los números de catálogo FCMM 0068 Y 0067, comprendidos en la muestra nos dan indicios de la biología reproductiva de P. sinus, estos ejemplares fueron madre y cría respectivamente, colectados en el Golfo de Santa Clara, Sonora. Ahora, mediante la determinación de edad se conoce la edad de la hembra que era de 6 grupos de capas de crecimiento y a la cría se le estimó una edad de medio año, estos animales fueron colectados en junio de 1985, de tal manera que la edad de la cría nos indica que debió haber nacido alrededor del mes de enero del mismo año. Por otra parte las crías hembras y machos que contiene la muestra y cuyas edades y fechas de colecta se exhiben en el cuadro 5, en base a los datos sobre la edad estos ejemplares, nacieron entre los meses de enero y febrero, los ejemplares IBUNAM 33933 y 33935 con un año de edad y 8 meses respectivamente debieron nacer en octubre, siendo estos los únicos que salen del intervalo enero-

febrero. Estos períodos nos indican que el tiempo de gestación en P. sinus debe ser aproximadamente de 10 a 11 meses; es posible aplicar la ecuación de regresión obtenida por Perrin y sus colaboradores en 1977, para explicar la relación entre la longitud total al nacer (log X) y el tiempo de gestación (log Y) para algunas especies del suborden odontoceti, la ecuación es la siguiente:

$$r=0.989 \quad \log Y = 0.4568 \log X + 0.1659$$

donde X es la longitud de los individuos al nacer, de la especie en estudio, de esta manera, usando la longitud total mínima registrada para un neonato colectado en el Golfo de Santa Clara, Sonora con el número de catálogo ITESM850313-03-"25" y que es de 70.3 cm (Brownell, 1987 en Vidal, 1991) la gestación de la vaquita es de 10.2 meses, ahora utilizando el dato del ejemplar de este trabajo, 123 FCMM de 74.3 cm. la gestación es de 10.4 meses .

EJEMPLAR	FECHA DE COLECTA	EDAD (años)
FCMM 123 ♂	abril 1988	0.2
IBUNAM 3940 ♂	14 mayo 1985	0.3
FCMM 0087 ♂	junio 1985	0.5
IBUNAM 33935 ♂	28 junio 1991	0.7
IBUNAM 33933 ♀	21 octubre 1991	1
IBUNAM 3947 ♀	14 mayo 1985	0.3
IBUNAM 33934 ♀	27 junio 1991	0.5

Cuadro 5. Ejemplares neonatos y crías examinados en este estudio están ordenados por sexo y edad, sus edades y fechas de colecta pueden indicar su mes de nacimiento (ver texto).

DISCUSION

La proporción en que fueron colectados los ejemplares en las diferentes localidades puede estar influenciado por el tiempo de búsqueda en cada una de ellas, pero además existe la posibilidad de que, encontrar un mayor número de ejemplares en la costa de Sonora, sea efecto de las corrientes marinas que se dan en el Alto Golfo de California, corrientes que van de la costa de Baja California hacia Sonora arrastrando así a los animales que flotan muertos.

Con respecto a la dentición, la diferencia entre el número de dientes entre los lados izquierdo y derecho de las maxilas y huesos dentarios indica una ligera asimetría, sin embargo, la medida de la longitud de los surcos dentales no indica esto, probablemente debido a que la medida es tomada en línea recta desde el último alvéolo al primero, sin seguir la curvatura que poseen las mandíbulas y maxilas principalmente en su parte distal, en general los odontocetos presentan esta diferencia en el número de dientes relacionado con el crecimiento mayor de una de las ramas.

En la descripción de la especie, Norris y McFarland (1958) dedican un par de renglones a la forma de los dientes de Phocoena sinus ellos mencionan lo siguiente: "The teeth are spade-shaped, with some tendency to exhibit extra cups on the posterior teeth in upper jaws". Sin embargo, no fue este detalle el que despertó el interés por la particularidad, sino sus singulares hábitos en los que se informa que la

vaquita come corvina o roncadador del Golfo (Bairdiella icistius) y roncacho o corvado (Orthopristis reddingi) además restos de calamar (Brownell, 1983), especies de hábitos epibentónicos excepto la última, además se han registrado también crustáceos similares a una jaiba (Pérez-Cortés, 1993) lo que hizo pensar que esta especie requeriría una dentadura un poco más especializada que otras especies del género. Las observaciones sobre la oclusión de los dientes de la vaquita y su forma, indican que posiblemente el alimento que consume recibe un tratamiento previo a la deglución, el tratamiento quizá se limite a un par de cortes en la presa para obtener trozos más fáciles de tragar. Además, los datos que presentan Noble y Fraser (1971) sobre las medidas craneales de Phocoena sinus, P. phocoena y P. spinipinnis demuestran que proporcionalmente a la longitud condilobasal, la vaquita posee dimensiones mayores que las otras dos especies en los temporales, anchura del rostro a la base, anchura al cigomático y la altura del proceso coronoides además este proceso es más robusto en la vaquita que en P. phocoena. Ahora, comparando los datos que a la fecha se poseen sobre la alimentación de las tres especies (cuadro 6), P. sinus consume peces de huesos robustos comparados con lo que consumen las otras dos especies, éstas comen peces no espinosos y moluscos como calamares; todas estas características hacen posible que se piense en que la mordida de la vaquita puede ser más poderosa que la de las otras dos especies, apoyando la idea de que P. sinus da un tratamiento a su alimento antes de la deglución; es de hacer notar que dos de estas medidas, anchura rostral a la base y anchura al cigomático son

con respecto a la longitud condilobasal tienen diferencias significativas entre los sexos, en el presente estudio.

Aunque en Delphinapterus leucas se reporta que existen cúspides rudimentarias, éstas sólo existen en los animales neonatos y posteriormente desaparecen (Brodie, 1984); por otra parte se sabe que en Inia geoffrensis existen rugosidades y que inclusive se manifiestan caries provocadas por la fricción entre los dientes de mandíbulas y maxilas y entre ellos y el alimento (Best y da Silva, 1989). Sin embargo, Phocoena sinus, como se comprobó en este estudio, las cúspides rudimentarias son estructuras constantes en todas las clases de edad que sólo desaparecen por el fuerte desgaste de la corona que se observa en aquellos individuos con mucho más de doce grupos de capas de crecimiento.

ESPECIE	ALIMENTO
<u>Phocoena phocoena</u>	<u>Clupea harengus</u> , <u>Pollachius virens</u> , <u>Scomber scombrus</u> , <u>Urophycis tenuis</u> , <u>Illex sp.</u> , <u>Loligo sp.</u> , en el Atlántico oeste. <u>Sardinops caerulea</u> en el Pacífico. <u>Gadus merlangus</u> , <u>Clupea sprattus</u> , <u>Ammodytes lanceus</u> en el Atlántico este. peces bálticos. En general son peces de 100-250 mm de long.
<u>P. spinipinis</u>	<u>Merluccius hubbsi</u> , <u>Pagrus sedecim</u> .
<u>P. sinus</u>	<u>Orthopristis reddingi</u> , <u>Bairdiella icistius</u> (Brownell, 1983), peces de esqueleto robusto y grandes por identificar (Obs. Personal), crustáceo del género <u>Cancer</u> (Pérez-Cortés, en prep).

Cuadro 6. Comparación de las dietas de las tres especies del género Phocoena, datos tomados en parte de Gaskin, 1974; Brownell, 1984 y Brownell, 1983.

La subfamilia Phocoeninae presenta entre sus características el poseer dientes con coronas espatuladas y con cúspides (dos o tres discretas) y éstas se consideran características primitivas, los Phocoenoidinae tiene dientes casi cónicos y con sendas cúspides en sus partes posterior y anterior, siendo esta subfamilia la más moderna de las dos (Barnes, 1985; Jefferson, 1988). La diferencia morfológica en los dientes de la vaquita debe ser un hecho de importancia conductual respecto de sus hábitos de alimentación y sobre su evolución en relación a las demás especies de la familia. Es difícil corroborar si estas cúspides rudimentarias son una característica ancestral o si se han manifestado paulatinamente en la actualidad; de cualquier forma es evidente que su existencia, ahora, obedece a las presiones que el ambiente con sus factores bióticos y abióticos en el Alto Golfo de California han ejercido sobre la vaquita.

La disminución paulatina del grosor de cada capa de crecimiento, conforme se depositan debe tener un componente fisiológico que afecte la mineralización del diente, Gaskin y Blair (1977) demuestran diferencias en el grosor de las capas entre hembras y machos y Hohn (1980) menciona que pudiera ser también la presión que ejercen las capas en crecimiento sobre las que ya se establecieron.

El conteo máximo de grupos de crecimiento que se obtuvo coincide con los resultados que informan Noldus y de Klerk (1984) para ambos sexos, aunque estos autores usaron una técnica distinta; los resultados de Gaskin y Blair en 1977 que determinaron la edad en Phocoena phocoena mediante la misma técnica que en el

presente trabajo, arrojan un máximo de 13 grupos de capas de crecimiento; los diferentes resultados encontrados para P.phocoena deben estar relacionados con la variación geográfica y las diferentes técnicas usadas tanto de tinción como de conteo, como sucede para otras especies (Kimura, 1980). Nielsen (1972) comenta que después de la formación de la octava capa de crecimiento en lugar de depositarse dentina inicia la acumulación de osteodentina en la que el crecimiento de las capas no es distinguible en lo que concuerda con Utrech (1981), el mismo Utrech en 1978 había registrado en ejemplares del Mar del Norte, 11 capas para una macho y doce para una hembra; así, la diferencia en criterios respecto a la definición de las capas de crecimiento es un factor importante en la determinación de la edad de los odontocetos.

Para la vaquita, el estudio realizado por Hohn en 1993 registra un máximo de 24 capas, la técnica usada de microscopía electrónica de mayor resolución seguramente le permitió una lectura muy eficiente, sin embargo, la muestra que se obtuvo para el presente trabajo no existía un ejemplar que pudiera alcanzar esta clase de edad, es evidente que lo reducido de la muestra, en nuestro estudio, implicará diferencias en los resultados que hasta el presente se hayan realizado y los que en un futuro se realicen con una talla mayor en la muestra. Por otra parte, para los efectos de los objetivos planteados el no poseer ejemplares con edades mayores no representa problemas ya que como se manifestó, las gráficas de edad contra las diferentes medidas, alcanzan sus asíntotas a edades mucho menores (5-6 capas de crecimiento)

a las 24 capas que registra Hohn en 1993.

En comparación con los resultados informados por Torre en 1993 el que encuentra dimorfismo sexual en 6 medidas craneales: altura mandíbula izquierda en la protuberancia apical, anchura del foramen mágnium, longitud del pterigoides y dos medidas que en nuestro estudio no se consideraron: altura de la eminencia de la premaxila izquierda y anchura del cóndilo occipital izquierdo, el presente estudio difiere, ya que un aspecto importante que debe ser tomado en cuenta en los estudios sobre dimorfismo sexual, es que la muestra sea homogénea, que represente bien a la población estudiada y que de preferencia se considere sólo a los individuos adultos para evitar la gran variación de los animales en desarrollo; el estudio de Torre (1993) y este estudio combinan clases de edad y la muestra es pequeña en ambos, 29 cráneos para el primero y 11 para el segundo, además el tener la combinación de ejemplares que fueron colectados en diferentes tiempos, esto es, de diferentes temporadas e inclusive de muy diferentes años, añade un factor más, muy importante en la variación, Straney menciona en su escrito de 1978 que... "se debe tener gran cuidado al probar hipótesis con grupos de datos no balanceados. Esto es, interpretar análisis de grupos de datos no balanceados como si estos lo fueran". Así, los resultados en ambos casos no pueden ser concluyentes y sólo son válidos para la muestra representada.

La proporción longitud condilobasal entre cada una de las demás medidas es un valor que equilibró las medidas para todas las edades en ambos sexos, así comparar dos muestras de cinco hembras y seis machos tiene un peso un poco mayor desde el punto de vista estadístico. De tal manera que en base a estas dos proporciones es posible conocer con cierta certidumbre el sexo de un ejemplar del cual el sexo no es posible determinarlo por las condiciones en las que se le encuentre. La implicación biológica de que los machos proporcionalmente sean menos anchos que largos en su cráneo para las dos medidas que se indicaron, es difícil dilucidar, sin embargo, existe la posibilidad de que tenga su causa en una diferencia en las preferencias y conductas en la alimentación entre ambos sexos. Por otra parte, la extraordinaria simetría que mantiene Phocoena sinus en todas las edades y que en términos numéricos aquí se expresa está de acuerdo con lo reportado para los cetáceos que en general se les considera animales paedomórficos, desafortunadamente no existen datos numéricos para otras especies de tal forma que fueran comparativos y así poder conocer qué tanto conserva sus características fetales o de joven hasta la edad adulta con respecto a las demás especies. Además cabe hacerse la pregunta si la pequeña variación encontrada en estos valores está íntimamente relacionada con la mínima variabilidad genética de la que informa Rossel (1993) para P. sinus ya que los cráneos de todos los individuos estudiados separados por sexos parecieran ser copias unos de otros a diferentes escalas. El modelo multiplicativo usado para este estudio podrá ser considerado para inferir la edad de los ejemplares de la vaquita en museo y encontrados en campo que no posean dientes, por supuesto, tomando en cuenta que

no fue posible seguir estrictamente los supuestos a cumplir para realizar un análisis de regresión, pero considerando que la vaquita es una especie amenazada de extinción, poco conocida y que muy difícilmente se tendrá una muestra la cual cumpla con aquellos supuestos, este esfuerzo es una buena aproximación. Además el comportamiento de la curva es similar para otras especies: P. phocoena (Van Utrecht, 1978), Tursiops truncatus (Hohn, 1980 y Rizo-Díaz y D. Aurióles-Gamboa, 1993), de donde se deduce que los resultados del análisis de regresión aquí obtenidos no se alejan de la realidad.

La alta tasa de crecimiento del cráneo y de la longitud total que se encontró entre el primero y segundo año en la vaquita no es extraña, todos los cetáceos crecen de esta manera intensa durante los primeros meses de vida, Kasuya (1972) encuentra que Stenella caeruleoalba crece de manera explosiva en su longitud total durante los primeros dos años, pero esta especie continúa creciendo lentamente hasta los 14 o 15 años. Para P. Phocoena Van Utrecht 1978 informa que después de la cuarta capa de crecimiento se alcanza la asíntota en la longitud total y el máximo crecimiento de esta especie está entre la primera y segunda capa, cabe decir que se ha encontrado que el crecimiento craneal y la longitud total tienen una buena correlación en Tursiops truncatus, como ejemplo (Aurióles-Gamboa, 1993). Contrariamente a todo esto Torre (1993) menciona una baja tasa de crecimiento en 139 de las 144 medidas registradas en el cráneo y en el esqueleto poscraneal de P. sinus y además 5 medidas que no presentan cambio durante el desarrollo. Siendo de interés para el presente trabajo el

caso de la anchura nasal, se observó que la anchura de los nasales (aN) posee un buen índice de correlación ($r = 0.766$) aunque no de los más altos y además de manera cualitativa al observar los cráneos es fácil distinguir como es mayor la talla de los nasales en un ejemplar adulto que un joven o en un neonato por lo que la única manera en que se podría explicar esta discrepancia entre ambos trabajos es la forma en que se tomó la medida de los nasales. Se ha manifestado en los resultados que la anchura de los premaxilares a la distancia media del rostro, tiene un crecimiento lento aparente respecto de la anchura de los premaxilares, esto quizás se deba a que en la distancia media del rostro los maxilares al crecer cubren un poco a los premaxilares ocultando el crecimiento del premaxilar en esa zona y por el contrario la medida de la anchura de los premaxilares no se efectuó en un lugar en donde los premaxilares sean cubiertos por el maxilar o por otro hueso. Una situación similar ocurre con la exposición de los frontales medida que está afectada por el crecimiento de los maxilares sobre los frontales y la proyección de los occipitales hacia la parte anterior del cráneo empujando la cresta lamdoidea, así estos huesos crecen sobre los frontales cerrando el espacio que los expone en esa zona y resultando en el análisis de regresión una pendiente negativa; por observaciones cualitativas en el cráneo se puede comentar que quién más contribuye a la disminución del espacio de exposición de los frontales es la proyección anterior de los huesos de la caja craneal.

La edad de madurez sexual registrada para una hembra de esta muestra es igual a los resultados de Van Utrecht (1978) para Phocoena phocoena en la población del

Mar del Norte, en ese trabajo se informa que las hembras alcanzan la madurez sexual a los seis años, por otra parte, se ha comunicado que la población de la costa oeste del Atlántico norte llegan a su madurez cuando poseen cuatro años, por supuesto esta variación no debe ser nada mas de orden biológico sino también por el tipo de muestreo, que describen los autores. De cualquier manera estos datos nos dan una clara idea del intervalo en el que las hembras de Phocoena sinus deben de ser sexualmente maduras y ya existen evidencias de que la madurez sexual no siempre esta relacionada con el inicio de la reproducción (Bryden, 1986), entonces la madurez sexual de la vaquita debe de ser quizá una o dos capas antes de la sexta depositación.

La duración de la gestación calculada para la vaquita es ligeramente menor de lo que calculan para la marsopa de bahía que es de 11 meses (Mohl-Hansen, 1954; Van Utrecht, 1978), quizá es causado esto por la ligera diferencia de dimensiones entre la vaquita y la marsopa de bahía, siendo esta última mas grande, de manera general se sabe que a mayor talla los animales poseen un período de gestación más amplio. Más importante es resaltar que de tener estos períodos de gestación, lactancia y sumando el período de cuidado a la cría después de la lactancia y suponiendo un corto período entre cada estado de preñez, las hembras de Phocoena sinus pueden tener una cría cada dos años, sin embargo puede ser más baja si el período de descanso es mas amplio ya sea por cuidados a la cría o por necesidades fisiológicas, lo que hace a la vaquita aun mas susceptible de protección de muerte incidental, ya que posee una baja tasa reproductiva, como sucede en los demás odontocetos. La temporada de

mayor número de nacimientos de la vaquita coincide con los meses fríos en el Alto Golfo de California, en los que la productividad marina se incrementa y por ende el alimento disponible, además, esta temporada permite a los neonatos madurar su sistema de termorregulación (ya sea de tipo conductual, fisiológico o una combinación de ambos) ya que en los meses de la primavera y verano el agua alcanza temperaturas superiores a los 30°C para lo cual este sistema debe funcionar para la efectiva disipación del calor corporal.

CONCLUSIONES

En la relación de anchura máxima a través del proceso cigomático (acig) y la anchura rostral a la base (arb) respecto a la longitud condilobasal (LC) existe una diferencia entre los machos y las hembras de la muestra aquí representada, de Phocoena sinus, siendo esto indicador de un posible dimorfismo sexual en la especie. Por el contrario y de manera no categórica se manifiesta que no existen diferencias en las dimensiones absolutas del cráneo de hembras y machos de esta especie.

Existe una fuerte correlación entre el crecimiento craneal y la edad determinada en base a los grupos de capas de crecimiento de dentina.

La técnica para la tinción y conteo usada demostró ser de manera suficiente, efectiva para la determinación de edad en P. sinus.

La estructura de los grupos de capas de crecimiento y los demás componentes del diente en esta especie, son en general similares a las descritas para las otras especies de género.

Se establece que existe un grado de heterodoncia en Phocoena sinus, dándole una importancia taxonómica, evolutiva y ecológica no reportada para otras especies

de la familia e inclusive para otros odontocetos del reciente.

La madurez sexual de las hembras de Phocoena sinus quizá, la alcanzan antes del establecimiento de seis grupos de capas de crecimiento, siendo un intervalo probable entre 4 y 6 capas.

La duración de la gestación en Phocoena sinus esta entre un intervalo de 10.2 y 10.4 meses y la lactancia estricta dura aproximadamente 8 meses y en total el cuidado materno no menos de dos años.

Existe un pico de nacimientos que indica la mayoría ocurre durante los meses de enero y febrero.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a los curadores y personal de las colecciones científicas que me facilitaron el acceso al material para este estudio; Museo de Historia Natural del Condado de Los Angeles, Dr. Jhon E. Heyning curador de mamíferos marinos; Colección Mastozoológica Nacional del Instituto de Biología, U.N.A.M., Curador Dr. Fernando Cervantes Reza; Laboratorio de Vertebrados Terrestres, Cubículo de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias, U.N.A.M., Biól. Mario Salinas Zacarias y del Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, M. en C. Peggy Turk Boyer. Existieron personas en el Instituto de Biología, UNAM, que con su ayuda desinteresada facilitaron mi labor, como el Dr. Rafael Lamothe Argumedo asesorandome en el uso de la cámara y microscopio para la toma de microfotografías, el M. en C. Roberto Martínez Gallardo en el manejo de la paquetería de cómputo y en el entendimiento de algunos conceptos en estadística. A la M. en C. Yolanda Hortelano Moncada, Biól. Rosa María González Monroy y al M. en C. Jesús Martínez Vásquez ya que siempre estuvieron dispuestos a ayudarme a disminuir los problemas de tipo logístico que en un laboratorio siempre existen. A los revisores de este trabajo, Biólogos Jorge R. Gersenowies, Mónica González Issais, Patricia Ramírez Bastida y Agustín Vargas V. He querido mencionar al final, por su importancia, la presencia del Dr. Bernardo Villa Ramírez dentro de mi vida académica, que al aceptarme como su alumno abrió para mí el mundo de los mamíferos marinos y las legítimas satisfacciones del universitario, gracias por haberme aceptado en su grupo de trabajo y a este último, también, gracias.

LITERATURA CITADA

- Rizo-Diaz Barriga, L. E. y D. Auriolles-Gamboa, D. 1993. Crecimiento del tursión del Pacífico Tursiops truncatus en el Golfo de California. Revista de Investigación Científica, UABS. Serie Ciencias de Mar. 1(Número Especial SOMMEMA 1):53-58.
- Barnes, L.G. 1971. Comments on the Phocoenidae. Geol. Soc. Amer., Abstracts with Programs. 3 (2):79
- Barnes, L.G. 1976. Outline of eastern North Pacific fossil cetacean assemblages. Systematic Zoology 25 (4) (for December 1976): 321-343.
- Barnes, L.G. 1978a. A review of Lophocetus and Liolithax and their relationships to the delphinoid family Kentriodontidae (Cetacea: odontoceti). Science Bulletin, Nat. Hist. Mus. of Los Angeles County. 28: 1-34.
- Barnes, L.G. 1984. Fossil odontocetes. (Mammalia: Cetacea) from the Almejas formation, Isla Cedros, Mexico. Paleobios. 42: 1-46.
- Barnes, L.G., Daryl P. Domning, and Clayton E. Ray. 1985a. Status of studies on fossil marine mammals. Marine Mammal Science. 1(1): 15-53.
- Barnes, L.G. 1985c. Evolution, taxonomy and antitropical distribution of the porpoises (Phocoenidae, Mammalia). Marine Mammal Science. 1 (2): 149-165.
- Best, R. C., and M.F. da Silva. 1989. Amazon river dolphin, Beta Inia geoffrensis (de Blainville, 1817). pp. 1-23. In: S.M. Ridway and S.R. Harrison (eds). Handbook of Marine Mammals. Academic Press, London. Vol. 4 431 pp.
- Brodie, F. P. 1989. The White Whale Delphinapterus leucas (Pallas, 1776). pp. 119-144. In: S. H. Ridway and S. R. Harrison (eds). Handbook of marine mammals. Academic Press, London. Vol. 4 431 pp.
- Brownell, R.L. Jr. 1976. Status of the cochito, Phocoena sinus, in the Gulf of California. FAO Advisory Committee on marine resources research. Scientific consultation on marine mammals Bergen, Norway, 31 August-9 September 1976.
- Brownell, Jr. R.L. 1983. Phocoena sinus. Mammalian species. 198: 1-3
- Brownell, R.L., Jr., and R. Praderi. 1984. Phocoena spinipinnis. Mammalian Species. 217: 1-4.
- Bryden, M. M. 1986. Age and growth. In: Bryden, M. M., and R. Harrison (eds). Research on dolphins. Oxford University Press, New York. 211-224.

- Carroll, L. R. 1988. Vertebrate paleontology and evolution. W. H. Freeman and Company, New York. 698 pp.
- Chiasson, R. B. 1957. The dentition of the Alaskan fur seal. *Journal of Mammalogy*. 38 (3): 310-319.
- de Muizon, C. 1983b. Un nouveau Phocoenidae (Cetacea) du Pliocène inférieur du Pérou. *Compte. Rend. Acad. Sci. Paris, Sér. II*, 296:1203-1206.
- Fiscus, C.H. 1961. Growth in the Steller sea lion. *Journal of Mammalogy* 42 (2):218-223.
- Gaskin, F.E., P.W. Arnold, and B.A. Blair. 1974. Phocoena phocoena. *Mammalian species*. 42: 1-8.
- Gaskin, D.E. and B.A. Blair. 1977. Age determination of harbour porpoise, Phocoena phocoena (L), in the western North Atlantic. *Can. J. Zool.* 55: 18-30.
- Hohn, Aleta 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., Read, A.J., Fernandez, S., Vidal, O., And 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. 1980. Variability of dentin deposits in Tursiops truncatus. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 712-716.
- Jefferson, T.A. 1988. Phocoenoides dalli. *Mammalian species*. 319: 1-7.
- Jefferson, T.A. 1989. Sexual dimorphism and development of external features in Dall's porpoise Phocoenoides dalli. *Fishery Bulletin, U.S.* 88: 119-152.
- 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.
- Kasuga, T. and S. Shiraga 1985. Growth of Dall's porpoise in the western North Pacific and suggested geographical growth differentiation. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.* 36: 139-152.
- Kellogg, R. 1931. Pelagic mammals from the Temblor formation of the Kern river region, California. *Proceeding of the California Academy of Sciences, fourth Series. Vol. XIX* (12): 217-397.

Kellog, A.R. 1936. A review of the Archaeoceti. Carnegie Inst. Washington Publ. 447 (2):63-81, pls. 1-4.

Kimura, M. 1980. Variability in techniques of Counting Dentinal Growth Layer Groups in a tooth of a known-Age Dolphin, Tursiops truncatus. Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue 3). 161-163.

Laws, R.M. 1952. A new method of age determination for mammals. Nature, London. 169: 972-973.

Laws, R.M. 1953. A new method of age determination of mammals with special reference to the elephant seal (Mirounga leonina, Linn). Br. Antarct. Surv. Sci. Rep. 2: 11 p.

Magatagan, M.D., E.H. Boyer y Villa-Ramirez. 1984. Revisión del estado que guarda Phocoena sinus Norris y McFarland, 1958 y descripción de tres nuevos ejemplares. An. Inst. Biol. UNAM. México. ser. Zoología (1:) 271-294.

Marsh, H. and T. Kasuya. 1991. Changes in the ovaries of the short-finned pilot whale, Globicephala macrorhynchus, with age and reproductive activity. Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue on cetacean reproduction). (6):311-335.

Martin, A.R. 1987. Whales and Dolphins. Portland House, New York. 142 p.

Miller, G.S., Jr. 1923. The telescoping of the cetacean skull. Smithsonian Misc. Coll., 76 (5): 1.70, pls. 1-8.

Mohl-Hansen, U. 1954. Investigations on reproduction and growth of the porpoise (Phocoena phocoena (L)) from The Baltic, Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren. Bd. 116: 24-396 Plates. I-II-II.

Nielsen, H.G. 1972. Age determination of harbour porpoise Phocoena phocoena (L.) (Cetacea). Vindensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren. 135: 61-84.

Nishiwaki, M. and T. Yagi. 1953. On the Age and the Growth of teeth in a dolphin, (Prodelphinus caeruleoalbus). Sci. Rep. Whales Res. Ins. 8: 133-146.

Noble, B.A., y F.C. Fraser. 1971. Description of a skeleton and supplementary notes on the skull of a rare porpoise Phocoena sinus Norris y McFarland 1958. J. Nat Hist. 5: 447-464.

Noldus, L.P.J.J. and De Klerk, 1984. Growth of the skull of the harbour porpoise, Phocoena phocoena (Linneous, 1758), in the North Sea, after age determination based on dentinal growth layer groups. Zoologische Mededelingen. 58 (14): 213-239.

Norris, K.S., and W.N. McFarland. 1958. A New harbor porpoise of the genus Phocoena from the Gulf of California. *Journal of Mammalogy*. 39 (1): 22-39.

Ohsumi, S;T. Kasuya and 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.

Orr, R.T., 1969 An additional record of Phocoena sinus. *Journal of Mammalogy*. 50: 304.

Pérez-Cortés Moreno, H. (En prep.). Contribución al conocimiento de la biología de la vaquita Phocoena sinus. Tesis Maestría en Oceanografía biológica. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UACPyP-CCH, UNAM, México.

Perrin, W.F., D.B. Holts and R.b. Miller. 1977. Growth and reproduction of the Eastern Spinner Dolphin, a geographic form of Stenella longirostris in the eastern tropical Pacific. *Fish. Bull.*, 75 (4): 725-750.

Perrin, W.F. 1976. A summary of the status of the Gulf of California harbor porpoise, Phocoena sinus. Manuscrite para US-Mexican Marine Mammal on Meeting at La Paz, Enero 19-21.

Ralls, K. 1977. Sexual dimorphism in mammals: Avian models and unanswered questions. *The American Naturalist*. 111 (981): 917-938.

Rosel, P.E., and Rojas-Bsracho, L. 1993 Genetic variation, or lack there of in the vaquita. Abstracts, Tenth Biennial Conference on the biology of marine mammals, Galveston, Texas. November 11-15, p.13.

Scheffer, V.B. 1950. Growth layers on the teeth of pinnipedia as an indication of age. *Science*. 112 (2987): 309-311.

Seargent, D. E. 1959. Age determination of odontocete whales from dentinal growth layers. *Norsk. Hvalfangsttid*. 16:273-288.

Sergeant, D.F., D.K. Caldwell, and M.C. Caldwell. 1973. Age, growth and maturity of bottlenosed dolphin (Tursiops truncatus) from northeast Florida. *J. Fish. Res. Board Can.* 30 (7) 1009-1011.

Silber, G.K. 1990. Occurrence and distribution of the Vaquita Phocoena sinus in the Northern Gulf of California. *Fishery Bulletin* 88 (2): 339-346.

Spalding, D.J. 1964. Age and Growth of female Sea Lions in British Columbia. Journal Fisheries Research Board of Canada. 21 (2): 415-417.

Statgraphics, Statistical Graphics System. 1986. USER'S Guide U.S.A.

Straney, D.O. 1978. Variance partitioning and nongeographic variation. Journal of Mammalogy. 59 (1): 1-11.

Stuart, L.G. and G.V. Morejohn. 1980. Development patterns in osteology an external morphology in Phocoena phocoena: 13-142. In:W.F. Perrin and A.C. Murick. Jr. (eds.) Age determination of toothed whales and sirenians. Rep. Internat. Whaling. Comm. Special Issue 3.

Torre, J., Findley, L.T., Graham, W.C., and Vidal, O. 1993. Sexual dimorphism and allometric growth in the skull of the vaquita Phocoena sinus, and comments on the post cranial skeleton. Abstracts. Biennial Conference on the biology and marine mammals, Galveston, Texas. November 11-15, p: 14.

Van Utrecht, W.L. 1978. Age and Growth in Phocoena phocoena Linnaeus, 1758 (Cetacea, Odontoceti) from the North Sea. Bijdragen tot de Dierkunde. 48 (1): 16-28.

Van Utrecht, W. L. 1981. Comparison of accumulation patters in layered dentinal tissue of some odontocetes and corresponding patterns in baleen plates and ear plugs of balaeopteridae

Vidal, O. 1991. Catalog of Osteological Collections of Aquatic Mammals. NOAA Technical Report. NMFS 97. p. 17-20.

Villa-Ramirez, B. 1976. Report on the Status of Phocoena sinus. Norris and McFarland 1958, in the Gulf of California, An. Inst. Biol. Univ. Nal. Aton. México 47, ser. Zoología (2): 203-308.

Villa-Ramírez, B. 1978. Especies mexicanas de vertebrados silvestres raras o en peligro de extinción. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Aut. México. 47, ser. Zoología (1): 303-320.

Villa-Ramírez, B., M. A. Peralta-Pérez and. A. Delgado-Estrella. (In press). Description of axial process on the third metacarpal bone (os metacarpalis III) in the pectoral fin of Phocoena sinus. Submitted to Nebraska University Special Publicatons.

Villa.Ramírez, B., A. Delgado-Estrella and M. A. Peralta- Pérez. (En prep). Biología y distribución de la vaquita Phocoena sinus, una especie endemica amenazada de extinción.

Yurick, D.B. and D.E. Gaskin. 1987. Morphometric and meristic comparisons of skulls of harbour porpise Phocoena phocoena (L). from the north Atlantic an north Pacific. *Ophelia*. 27 (1): 53-75.

Whitmore, F.C. Jr., and A.E. Sanders. 1976. Review of the oligocene cetacea. *Sistematic Zoology*. 25: 304-320.