

ESTUDIO DE ALGUNAS PATOLOGÍAS Y TRAUMAS CRANEALES DEL LOBO MARINO DE CALIFORNIA *Zalophus californianus californianus* (Lesson 1828)



CLAUDIA FERNANDA DÍAZ-GUZMÁN



**UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA
ÁREA DE INGENIERÍA Y RECURSOS NATURALES
BOGOTÁ D.C.
2003**

ESTUDIO DE ALGUNAS PATOLOGÍAS Y TRAUMAS CRANEALES DEL LOBO MARINO DE CALIFORNIA *Zalophus californianus californianus* (Lesson 1828)

CLAUDIA FERNANDA DÍAZ-GUZMÁN

**Trabajo de grado presentado como requisito
para optar al título de Biólogo Marino**

**Director
David Aurióles-Gamboa
Biólogo Marino. PhD.
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas – CICIMAR**

**UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA
ÁREA DE INGENIERÍA Y RECURSOS NATURALES
BOGOTÁ D.C.
2003**

RESUMEN

Existe una gran variedad de patologías y lesiones óseas que se pueden presentar en animales de vida salvaje. Desde hace varios años se han venido desarrollando investigaciones acerca de ellas, sin embargo, hasta el momento no se conoce ninguna sobre el lobo marino de California. En la mayoría de las islas, tanto del Pacífico mexicano, como del Golfo de California, se encuentran regularmente cadáveres o esqueletos de *Zalophus californianus californianus* de diferentes edades y sexos, los cuales son una importante fuente de información, no sólo acerca de la salud de estos animales, sino de la especie y de la población en general. En este trabajo se identificaron patologías como osteoartritis, osteomielitis, oclusión de alvéolos y dientes supernumerarios y lesiones como fracturas y marcas de enmalle, en cráneos de esta especie, pertenecientes a la colección del Laboratorio de Mamíferos Marinos del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR). Todas las patologías se presentaron con mayor proporción en animales provenientes del norte del Golfo de California, al igual que en adultos, principalmente machos, debido posiblemente a los enfrentamientos en los que participan durante las temporadas de reproducción. Las crías y los juveniles, por su parte, al no presentar este tipo de comportamiento, presentan menor prevalencia de las patologías, sin embargo, parecen ser más vulnerables a sufrir lesiones como fracturas.

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis el Dr. David Aurióles Gamboa, por darme la oportunidad de trabajar con su colección de cráneos, por toda su ayuda, sus enseñanzas y por su biblioteca. Al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) por permitirme trabajar en su laboratorio de Ecología de Mamíferos Marinos.

A la M en C Claudia Hernández (CICIMAR) y a Isabel Contreras (CICIMAR) por su ayuda en las diferentes etapas de este trabajo.

A mis padres porque a ellos les debo no solamente esta tesis, sino mi carrera, mis logros, y mi vida. Gracias por todo el esfuerzo que han hecho para que cumpla mis sueños, LOS QUIERO MUCHO. A la familia Guzmán el soporte más grande que tengo en mi vida.

A Nicolás por todos estos años de amor, por el apoyo inmenso que ha sido siempre y por lo que hemos construido.

A todas las personas que compartieron conmigo durante mi carrera especialmente a Ana María, María, Paula y Aristides, son los dueños de mis mejores recuerdos y lo más lindo que me queda de estos años de universidad. Heidi, Constanza, Carlos y Fernando, gracias por su cariño, hospitalidad y por enseñarme tantas cosas lindas de México.

Finalmente a profesores, compañeros y personal de la Universidad Jorge Tadeo Lozano por los años que compartimos.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGÍA	7
2.1 COLECCIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS CRÁNEOS	7
2.2 DETERMINACIÓN DE EDAD Y SEXO	8
2.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS	9
2.4 MANEJO DE LA INFORMACIÓN	13
3. RESULTADOS	15
3.1 PATOLOGÍAS	15
3.1.1 Osteoartritis	15
3.1.2 Osteomielitis	19
3.1.3 Alvéolos ocluidos	21
3.1.4 Dientes supernumerarios	22
3.2 TRAUMAS	23
3.2.1 Fracturas	23
3.2.1 Enmalle	24
4. DISCUSIÓN	26
4.1 Osteoartritis	27
4.2 Osteomielitis	28
4.3 Alvéolos ocluidos	30
4.4 Dientes supernumerarios	30
4.5 Fracturas	31
4.6 Enmalle	31

5.	CONCLUSIONES	33
6.	RECOMENDACIONES	34
	BIBLIOGRAFÍA	35
	ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Península de Baja California y colonias reproductivas de lobo marino de California. 1) Rocas Consag, 2) Isla San Jorge, 3) Isla Lobos, 4) Isla Granito, 5) Los Cantiles, 6) Los Machos, 7) El Partido, 8) El rasito, 9) San Esteban, 10) San Pedro Mártir, 11) San Pedro Nolasco, 12) Topolobampo, 13) Los Islotes, 14) Isla Santa Margarita, 15) Punta Santo Domingo, 16) Cedros, 17) Benitos.	6
Figura 2. Cráneo de cría, hembra adulta y macho de <i>Zalophus californianus californianus</i> . (de izquierda a derecha).	8
Figura 3. Bandas de crecimiento en diente canino de <i>Zalophus californianus californianus</i> .	9
Figura 4. Osteoartritis en procesos condilares (mandíbula) de <i>Zalophus californianus californianus</i> .	10
Figura 5. Osteomielitis en mandíbula de <i>Zalophus californianus californianus</i> .	10
Figura 6. Dientes supernumerarios en maxilar de <i>Zalophus californianus californianus</i> .	11
Figura 7. Alvéolos ocluidos en mandíbula de <i>Zalophus californianus californianus</i> .	11
Figura 8. Fractura en cráneo de <i>Zalophus californianus californianus</i> .	12
Figura 9. Marca de enmalle en cráneo de <i>Zalophus californianus californianus</i> .	12
Figura 10. Prevalencia de osteoartritis en las diferentes zonas de distribución de <i>Zalophus californianus californianus</i> . (GN) Golfo Norte, (GS) Golfo Sur, (P) Pacífico.	16
Figura 11. Prevalencia de osteoartritis en loberas de <i>Z. c. californianus</i> organizadas de norte a sur. (SJ) San Jorge, (IL) Isla Lobos, (IG) Isla Granito, (LC) Los Cantiles, (LM) Los Machos, (ER-EP) El Rasito y El Partido, (SE) San Esteban, (SPM) San Pedro Mártir, (SPN) San Pedro Nolasco, (T) Topolobampo, (I) Los Islotes, (ISM) Isla Santa Margarita, (PSD) Punta Santo Domingo, (C) Cedros, (BM) Benitos.	16
Figura 12. Prevalencia de osteoartritis en loberas cuyo tamaño de muestra es mayor a 25 cráneos. Ordenadas de norte a sur. (IG) Isla Granito, (IL) Isla Lobos, (SE) San Esteban, (ISM) Isla Santa Margarita, (C) Cedros.	17
Figura 13. Prevalencia de osteoartritis vs. el número de cráneos de <i>Zalophus californianus</i> pertenecientes a cada lobera	17
Figura 14. Prevalencia de osteoartritis en cráneos de Machos y Hembras de <i>Zalophus californianus californianus</i> . (M) machos, (H) hembras.	18

Figura 15. Prevalencia de osteoartritis en cada categoría de <i>Zalophus californianus californianus</i> . (C) crías, (J) juveniles, (H) hembras adultas, (S) machos subadultos, (M) machos adultos	18
Figura 16. Prevalencia de osteoartritis en cráneos de lobo marino de California <i>Zalophus californianus californianus</i> de diferentes edades.	19
Figura 17. Prevalencia de osteomielitis en cada categoría de <i>Zalophus californianus californianus</i> . (C) crías, (J) juveniles, (H) hembras adultas, (S) machos subadultos, (M) machos adultos.	20
Figura 18. Prevalencia de osteomielitis en loberas de <i>Zalophus californianus californianus</i> organizadas de norte a sur. (SJ) San Jorge, (IL) Isla Lobos, (IG) Isla Granito, (LC) Los Cantiles, (LM) Los Machos, (ER-EP) El Rasito y El Partido, (SE) San Esteban, (SPM) San Pedro Mártir, (SPN) San Pedro Nolasco, (T) Topolobampo, (I) Los Islotes, (ISM) Isla Santa Margarita, (PSD) Punta Santo Domingo, (C) Cedros, (BM) Benitos.	20
Figura 19. Prevalencia de osteomielitis en las diferentes zonas de distribución de <i>Zalophus californianus californianus</i> (GN) Golfo Norte, (GS) Golfo Sur, (P) Pacífico.	21
Figura 20. Prevalencia de alvéolos ocluidos en cada categoría de <i>Zalophus californianus californianus</i> . (C) crías, (J) juveniles, (H) hembras adultas, (S) machos subadultos, (M) machos adultos.	21
Figura 21. Prevalencia de alvéolos ocluidos en las diferentes zonas de distribución de <i>Zalophus californianus californianus</i> (GN) Golfo Norte, (GS) Golfo Sur, (P) Pacífico.	22
Figura 22. Prevalencia de dientes supernumerarios en las diferentes zonas de distribución de <i>Zalophus californianus californianus</i> (GN) Golfo Norte, (GS) Golfo Sur, (P) Pacífico.	23
Figura 23. Prevalencia de fracturas en cráneos de Machos y Hembras de <i>Zalophus californianus californianus</i> (M) machos, (H) hembras.	24
Figura 24. Prevalencia de fracturas en las diferentes zonas de distribución de <i>Zalophus californianus californianus</i> (GN) Golfo Norte, (GS) Golfo Sur, (P) Pacífico.	24
Figura 25. Prevalencia de fracturas en cada categoría de <i>Zalophus californianus californianus</i> . (C) crías, (J) juveniles, (H) hembras adultas, (S) machos subadultos, (M) machos adultos.	25

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Aspectos generales del lobo marino *Zalophus californianus californianus*.

ANEXO B. Información correspondiente a cada cráneo, de edad, categoría, sexo, lobera en la cual fue colectado, zona a la que pertenece dicha lobera y presencia de traumas o patologías

ANEXO C. Tablas de prevalencia de las diferentes patologías y traumas.

ANEXO D p-valores de la prueba Chi-cuadrada.

INTRODUCCIÓN

El lobo marino de California *Zalophus californianus californianus* es probablemente el más conocido de todos los pinnípedos, ya que es frecuentemente utilizado en entrenamientos para acuarios y circos. Es una de las 14 especies que forman parte de la familia Otariidae, y son comúnmente denominados “focas de orejas”, debido a sus pequeñas orejas externas.

Esta especie ha sido considerada por muchos investigadores como bioindicadora, ya que cumple con ciertas características que la hacen especialmente útil en la evaluación de las condiciones de su ambiente. Entre estas características se encuentran el hecho de ser un animal de gran tamaño, por lo tanto, fácilmente distinguible; tener residencia permanente en islas o ambientes costeros; ser depredador de alto nivel trófico y con alto metabolismo, además de alimentarse principalmente de especies que se asocian en grandes cardúmenes, como los llamados pelágicos menores. Gracias a esto el lobo marino de California, es reconocido como una especie apropiada para indicar la presencia y abundancia de ciertos recursos marinos, niveles de contaminación y de la intensidad con que se presentan eventos como El Niño (Aurioles *et al.*, 2000).

El lobo marino de California se encuentra distribuido a lo largo del Golfo de California y en las costas del Pacífico mexicano, con una población total aproximada de 214.000 individuos (Forney *et al.*, 2000). Este golfo se encuentra situado en el nor-occidente de México, entre la árida Península de Baja California al oeste y los igualmente áridos estados de Sonora y Sinaloa en el este (Figura 1). Tiene aproximadamente 1000 Km de largo y 150 Km de ancho en promedio. La parte norte es seca y desértica, con una precipitación anual de menos de 100 mm, la cual se incrementa hasta cerca de 1000 mm en el sur-este. El número de días lluviosos al año es aproximadamente 5, aunque varía dependiendo de tormentas tropicales y huracanes (Álvarez-Borrego, 1983).

Existen 13 colonias reproductivas de lobo marino en el Golfo de California y 8 en el Pacífico (Lowry *et al.*, 1992; Aurioles y Zavala, 1994) (Figura 1) . La gran mayoría de estas se encuentran en islas, islotes o rocas, y sólo una pequeña parte en tierra continental o peninsular. Esta evidente preferencia de los lobos marinos por las primeras, se explica por el hecho de estar aisladas de depredadores de gran tamaño, cuya presencia es más probable en el continente que en islas, sobre todo si estas son pequeñas.

Una serie de amenazas potenciales pueden afectar el futuro estado de las poblaciones de pinnípedos, muchas de ellas son el resultado directo o indirecto de actividades humanas. Aunque la demanda por productos de estos animales ha disminuido notablemente, un número está siendo aún utilizado comercialmente. Algunas especies como los lobos finos de Guadalupe (México), Antárticos y Juan Fernández (Chile) han sido prácticamente exterminadas por sobre-explotación. También ocurren las capturas incidentales en redes de pesca artesanales e industriales, su frecuencia depende principalmente de factores como el comportamiento de la especie, la edad de los individuos, el tipo de arte de pesca y el grado en el que su rango de actividad se sobrepone con las actividades de las pesquerías. (Reijnders *et al.*, 1993). Otro punto importante es la insuficiencia de conocimiento acerca de las enfermedades que les afectan, su dinámica y el impacto que estas puedan tener en individuos de vida libre, como se destaca en un informe sobre la Conservación, Análisis y Manejo de los Pinnípedos de México (Aurioles *et al.*, 1998).

Son muy diversas las investigaciones que se han realizado sobre lobo marino de California, incluyendo los temas de alimentación, reproducción, condición corporal, mortalidad, abundancia distribución, y muchos otros aspectos que son importantes para el conocimiento y manejo de esta especie. Con respecto a la salud, por el contrario, estos no son muy abundantes, se conocen estudios como el realizado por Acevedo, (2001) quien determinó la incidencia de leptospirosis en crías de siete colonias reproductoras del Golfo de California, mediante el análisis de orina, sangre y suero. Otro, el realizado por Aurioles *et al.*, (2000) en el que se evaluó el estado de salud de sus

poblaciones a lo largo del Golfo de California, analizando 4 condiciones: la dinámica poblacional, por medio de censos, teniendo en cuenta el sexo y la edad de los individuos; la alimentación, a partir de colecta de excretas; la condición corporal, midiendo algunas variables morfométricas de las crías; y finalmente la presencia de *Morbilivirus*, por medio de muestras de sangre.

En la mayoría de las islas, tanto las del Pacífico, como las del golfo, se encuentran regularmente cadáveres o esqueletos de *Z. californianus* de diferentes edades y sexos. Estos son una importante fuente de información, no sólo acerca de la salud de estos animales, sino de la especie y de la población en general. El Laboratorio de Ecología de Mamíferos Marinos de CICIMAR, cuenta actualmente con una colección de aproximadamente 400 cráneos, los cuales han servido para la realización de diferentes estudios en temas como, determinación de edad y sexo (Maldonado, 1997), historia trófica (González, 2002) y concentración de metales pesados (Farias, 1996).

Desde hace varios años se han venido desarrollando investigaciones acerca de lesiones presentes en cráneos, dentición y diferentes estructuras óseas de muchos grupos de animales, sin embargo, hasta el momento no se conoce ningún estudio de este tipo en el lobo marino de California. Wenker (1999) examinó 77 cráneos de osos pardos para determinar el origen de las diferentes patologías y anomalías que presentaban, y las relacionó con algunos aspectos típicos del comportamiento de esta especie. Por otro lado, Kompanje (1993) reportó cinco casos de osteomielitis mandibular en cráneos de marsopa de puerto *Phocena phocena*, y determinó que el origen de la enfermedad estaba relacionado con fracturas, traumas y con infecciones odontogénicas. Lovell (1990) intentó explicar la relación del estado de salud de esqueletos de chimpancés, gorilas y orangutanes de vida libre, con su estructura social, locomoción, comportamientos de dominancia y agresión, edad y sexo. Stirling (1969), por su parte, utilizó el método descrito por Scheffer (1950) para determinar la edad de la foca de Weddell por medio del

conteo de los anillos de sus dientes caninos; y valoró el desgaste y la necrosis dentaria, en relación con la edad, como posible causa de mortalidad.

Existe una gran variedad de patologías y lesiones óseas que se pueden presentar en animales de vida salvaje. La osteoartritis es una de ellas, también se conoce como enfermedad degenerativa de las articulaciones y comienza cuando el cartílago se desgasta, produciendo cambios anormales en los huesos. Existen dos tipos, la primaria que está relacionada con la edad, y con el desgaste de la proteína formadora del cartílago; y la secundaria que es producto de otra enfermedad o condición, como lo pueden ser la obesidad, anomalías congénitas y desordenes hormonales. Se ha detectado en varios miembros de una misma familia, lo que sugiere una base hereditaria (genética) asociada a ella (Fraser *et al.*, 1993).

La osteomielitis, es otra patología ósea y consiste básicamente en la inflamación de los huesos. Comienza con una infección causada por bacterias como estafilococos, estreptococos y coliformes, (aunque también se han visto involucrados virus, hongos y protozoarios), que entran directamente en el hueso, ya sea por fracturas compuestas, o por infecciones de tejidos circundantes como lo son la sinusitis, la periodontitis o la otitis media (Weisbrode y Doige, 2000; Kompanje, 1993).

Los dientes supernumerarios son la anomalía dentaria que se presenta más frecuentemente entre especies de vida salvaje. Estos son, dientes de más en la dentición normal o permanente de un individuo. Su morfología es variable, pueden imitar la forma de un diente normal o tener una forma atípica. Se cree que ocurren por una reversión filogenética, o manifestación de caracteres primitivos, pero es más probable que se originen por influencias locales como inflamaciones, presión anormal, y disturbios en las relaciones entre células organizadoras o receptoras de la odontogénesis (Hoff, 1982).

También existen una serie de lesiones que pueden sufrir los animales de vida salvaje, dentro de estos, encontramos las fracturas y otros que son exclusivos de animales de vida acuática como el enmalle en redes de pesca.

En este trabajo se identificaron estos traumas y patologías en cráneos de lobo marino de California *Zalophus californianus californianus*, y se relacionaron con factores tales como la edad, el sexo y el lugar de origen de los animales que los desarrollaron, con el fin de obtener información base acerca de la frecuencia con que ocurren y de cuáles podrían ser los grupos más afectados dentro de la población.

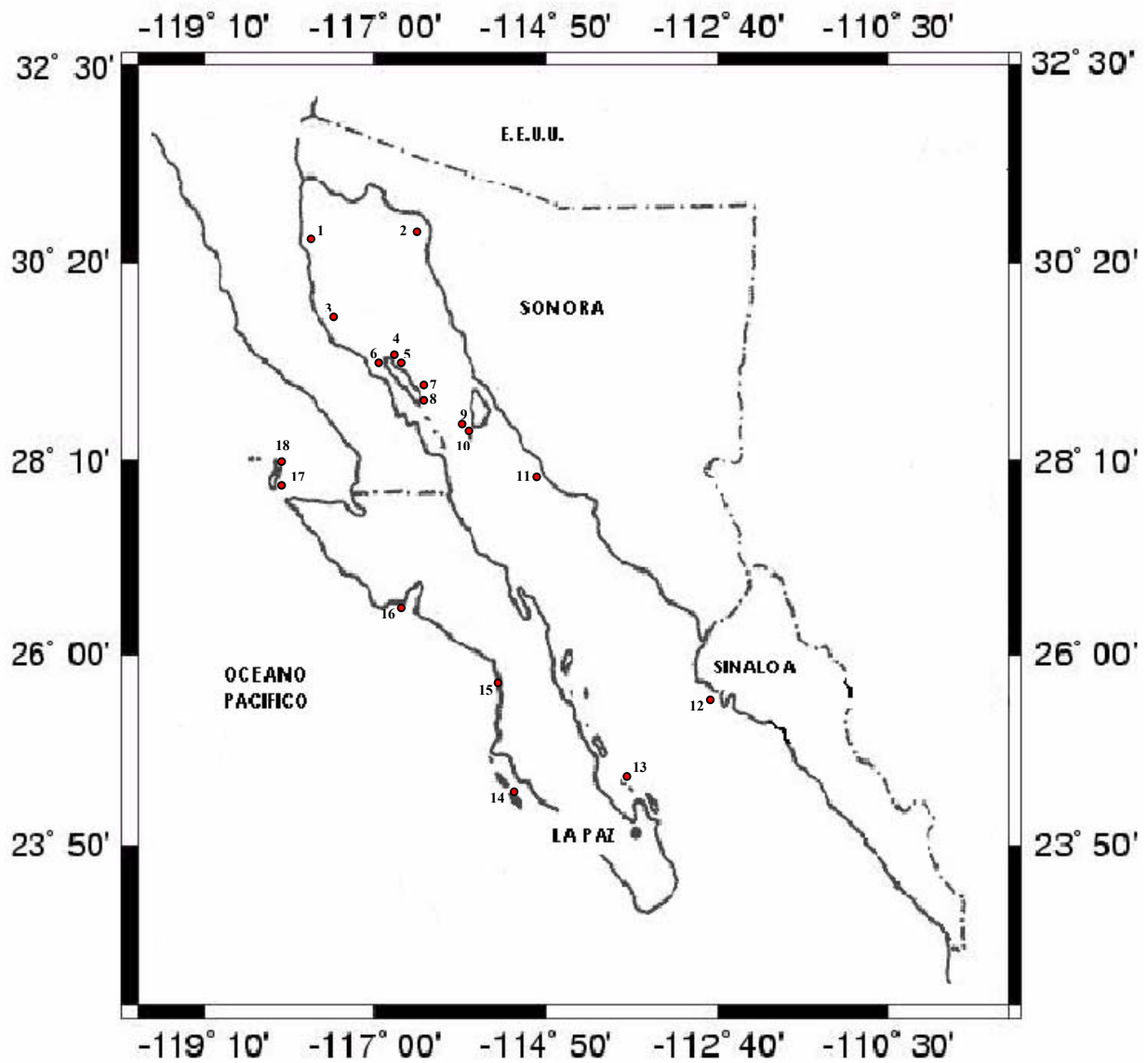


Figura 1. Península de Baja California y colonias reproductivas de lobo marino de California.. 1. Rocas Consag, 2. Isla San Jorge, 3. Isla Lobos, 4. Isla Granito, 5. Los Cantiles, 6. Los Machos, 7. El Partido, 8. El Rasito, 9. San Esteban, 10. San Pedro Mártir, 11. San Pedro Nolasco, 12: Farallón de San Ignacio, 13. Los Islotes, 14. Isla Santa Margarita, 15. Isla Ana, 16. Punta Santo Domingo, 17. Cedros, 18. Benitos. (Modificado de Rusnak *et al.*, 1964)

2. METODOLOGÍA

El material que se utilizó en este estudio, ha sido colectado desde el año 1978 por el Dr. David Auriolos Gamboa, a lo largo de las costas de Baja California, tanto en el golfo, como en el Pacífico, incluyendo algunas de sus islas. Este hace parte de la colección de cráneos del Laboratorio de Ecología de Mamíferos Marinos del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, (CICIMAR), con sede en La Paz, Baja California Sur, México.

El Golfo de California ha sido dividido en zonas por diversos autores, este trabajo se realizó con base en la división geográfica propuesta por Auriolos (*com. pers.*), como resultado de la repetida agrupación de loberas en investigaciones relacionadas con hábitos alimenticios, metales pesados, ecología y genética del lobo marino de California. Esta involucra dos grandes regiones: la primera, denominada Golfo Norte (GN), está localizada en la parte alta del golfo y comprende las loberas de Rocas Consag, Isla San Jorge, Isla Lobos, Isla Granito, Los Cantiles, Los Machos, El Rasito y El Partido; y la segunda, denominada Golfo Sur (GS), se encuentra en la parte baja del golfo y comprende las loberas de San Pedro Mártir, San Pedro Nolasco, San Esteban, Topolobampo y Los Islotes. Por otra parte, se trabajó con una tercera región, ubicada en la costa occidental de la península de Baja California, denominada Pacífico, la cual comprende las loberas de Isla Ana, Benitos, Cedros, Isla Santa Margarita y Punta Santo Domingo (Figura 1).

2.1 Colección y preparación de los cráneos

Después de ser colectados, los cráneos pasaron por un proceso de limpieza para poder ser catalogados y almacenados. Este proceso comenzó en campo con el desprendimiento de la piel, realizado a mano con la ayuda de un cuchillo. Posteriormente, fueron sumergidos en agua con

detergente, con el fin de retirar los tejidos no óseos y eliminar la grasa. Luego, fueron lavados con agua corriente y secados al sol. Las piezas óseas desprendidas fueron pegadas con colbón (resistol) para evitar su pérdida (Maldonado, 1997).

2.2 Determinación de edad y sexo

El sexo de los cráneos fue determinado a través de la observación de sus características externas, aprovechando el marcado dimorfismo sexual que presentan los adultos y la cresta sagital que poseen los machos de esta especie (Figura 2). Los huesos de los machos son más grandes y pesados, al igual que sus dientes caninos que son más largos y gruesos que los de las hembras a la misma edad (Lowry y Folk, 1990).



Figura 2. Cráneo de cría, hembra adulta y macho adulto de *Zalophus californianus californianus*. (de izquierda a derecha).

La edad se determinó por el método propuesto por Scheffer (1950) de conteo de bandas en los dientes caninos. Para llevar a cabo este procedimiento se cortó un canino de cada cráneo por la mitad (longitudinalmente) usando una cortadora de baja velocidad marca ISOMET, la cual utiliza una cuchilla de filo de diamante de 0.3 mm. Una de las partes fue pulida con lijas de agua, de número 200 al 600 hasta conseguir una superficie suave, luego fue lavada con agua corriente e

introducida en una solución de ácido fórmico al 10%, entre 4 y 8 horas, dependiendo de su tamaño. Este ácido, al tiempo que digiere las partículas de polvo que pudieran quedar entre las estrías, revela las diferencias en el relieve y color de las bandas. Nuevamente, cada pieza debió ser lavada con agua dulce y luego secada al sol. Posteriormente, con el uso de un estereoscopio se contó el número de bandas observadas en la superficie del diente, el cual corresponde a la edad del animal. La primera, llamada neonatal, no se tiene en cuenta ya que se forma en etapa fetal (Figura 3).

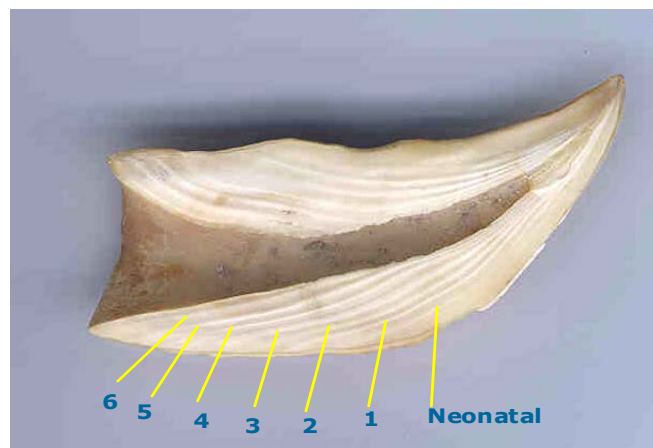


Figura 3. Bandas de crecimiento en diente canino de *Zalophus californianus californianus*.

2.3 Identificación de las Patologías

La identificación de las patologías se realizó con base en la observación de los cráneos y la anotación de sus características y apariencia general. Para reconocer la osteoartritis se observaron las características y textura de los procesos y fosas condilares, así como de los cóndilos occipitales. Su presencia se caracterizaba por superficies articulares ásperas, porosas y en algunos casos deformes (Figura 4) (Weisbrode y Doige, 2000).



Figura 4. Osteoartritis en procesos condilares (mandíbula) de *Zalophus californianus californianus*.

La osteomielitis se presentó generalmente en la mandíbula y se caracterizó por formaciones nuevas de hueso, las cuales tenían una apariencia de callos, que deformaban en gran medida los huesos (Figura 5) (Weisbrode y Doige, 2000).



Figura 5. Osteomielitis en mandíbula de *Zalophus californianus californianus*.

Los dientes supernumerarios se identificaban con el conteo de las piezas dentarias o en caso de que estas faltaran, de sus respectivos alvéolos, lo esperado en individuos de esta especie es tres pares de incisivos superiores y dos inferiores; un par de caninos y cinco pares de post-caninos (Figura 6). Cuando los alvéolos no presentaban ninguna cavidad, se determinaba que se encontraban ocluidos (Figura 7).



Figura 6. Dientes supernumerarios en maxilar de *Zalophus californianus californianus*.



Figura 7. Alvéolos ocluidos en mandíbula de *Zalophus californianus californianus*.

Los traumas como fracturas y enmalle se detectaban observando marcas o perforaciones en los huesos (Figuras 8 y 9). Para asegurarse de que estas ocurrieran *antemortem*, se ponía especial atención en sus bordes, los cuales deberían ser lisos al tacto y no agudos o filosos, producto de rompimientos por mal manejo del material (*Aurioles com. pers.*).

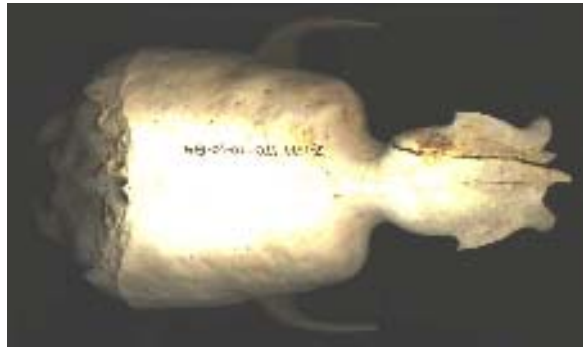


Figura 8. Fractura en cráneo de *Zalophus californianus californianus*.



Figura 9. Marca de enmalle en cráneo de *Zalophus californianus californianus*.

Estas anotaciones se complementaron con la información aportada por el Dr. Lawrence Barnes, Paleontólogo del Museo de Historia Natural de Los Ángeles, California, quien después de revisar varios especímenes de la colección, describió diferentes patologías en los cráneos (Auriolos *com. pers.*). Adicionalmente, con un scanner Hewlett Packard ScanJet 5200C, se tomaron imágenes de algunos cráneos y se enviaron al zoológico Africam Safari, (Puebla - México), donde sus médicos veterinarios Dr. Alberto Parás y Dr. Oswaldo Martínez, ofrecieron comentarios. Otra fuente de información, fueron las imágenes y descripciones relacionadas con este tema encontradas en

artículos científicos y literatura como, Junin y Castello (1995); Lovell (1990); Wenker (1999) y Kompanje (1993).

2.4 Manejo de la información

Las observaciones realizadas junto con la información de cada cráneo relativa a su edad, sexo, categoría, lopera, zona geográfica y fecha de colecta, fueron registradas en una base de datos. Las categorías se definieron de la siguiente manera: (C) crías hembras y machos de hasta un año de edad; (J) hembras y machos juveniles cuya edad estaba entre los 2 y 4 años; (H) hembras adultas de 5 años en adelante; (S) machos subadultos de 5 a 8 años y (M) machos adultos de 9 años o más (Aurioles *com. pers.*).

Prevalencia

Una vez organizada la información, se procedió al cálculo de prevalencias. Es decir, la proporción de una población, en este caso, los individuos que forman parte de una determinada zona, lopera, categoría o sexo, que presentara una condición específica (Waldron, 1994). Su ecuación es la siguiente:

$$P = n / N$$

Donde,

n es el número de casos

N es la población total

Finalmente se realizaron pruebas de Chi cuadrada (χ^2) para determinar si existían diferencias significativas en la presencia de algunas patologías entre las diferentes zonas geográficas y sexos, con un $\alpha = 0.05$. Esto fue realizado a través del programa estadístico Statgraphics plus.

3. RESULTADOS

Al momento de este estudio, la colección contaba con 386 cráneos, de los cuales 191 eran machos (M), 121 hembras (H), y 74 indeterminados (ND). Estos últimos no contaban con suficientes elementos que permitieran realizar una identificación, ya sea por su corta edad, pues en animales muy jóvenes el dimorfismo sexual no es muy evidente, o por estar incompletos. 148 cráneos pertenecían a la parte alta del golfo (GN), 99 a la parte sur (GS) y 139 al Pacífico (P).

Se encontraron animales de todas las edades, desde menores a un año, hasta adultos de 14 años. Todas las categorías estuvieron representadas, las hembras adultas con 91 cráneos, los juveniles con 82, los machos subadultos con 81, luego los machos adultos con 72 y finalmente las crías con 60.

3.1 PATOLOGÍAS

Setenta cráneos presentaron al menos una patología y 14 algún tipo de trauma. Dentro de las primeras se encuentran enfermedades óseas como la osteoartritis y la osteomielitis, y condiciones dentarias anormales como los alvéolos ocluidos y los dientes supernumerarios. En cuanto a los traumas, se observaron fracturas y algunas lesiones provocadas por el enmalle en redes de pesca.

3.1.1 Osteoartritis

La osteoartritis fue la más frecuente, representa aproximadamente el 66% de los individuos que mostraron alguna patología. En las tres zonas se observaron casos patológicos, la GN con una

prevalencia de 0.176, la GS con una de 0.111 y la P de 0.065 (Figura 10). Al realizar pruebas de Chi cuadrada entre ellas, se encontró que no existían diferencias significativas de la prevalencia de osteoartritis entre las zonas GN-GS (prueba Chi-cuadrada; $p > 0,05$) ni entre las zonas

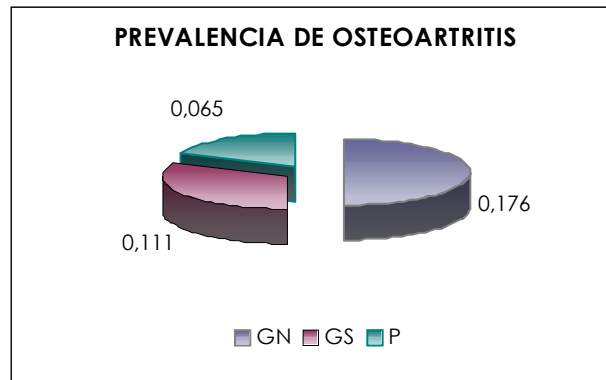


Figura 10. Prevalencia de osteoartritis en las diferentes zonas de distribución de *Zalophus californianus californianus* (GN = Golfo Norte, GS = Golfo Sur, P = Pacífico).

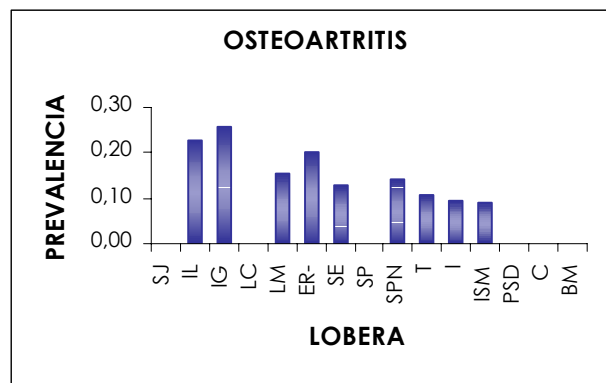


Figura 11. Prevalencia de osteoartritis en loberas de *Zalophus californianus californianus* organizadas de norte a sur. (SJ) San Jorge, (IL) Isla Lobos, (IG) Isla Granito, (LC) Los Cantiles, (LM) Los Machos, (ER-EP) El Rasito y El Partido, (SE) San Esteban, (SPM) San Pedro Mártir, (SPN) San Pedro Nolasco, (T) Topolobampo, (I) Los Islotes, (ISM) Isla Santa Margarita, (PSD) Punta Santo Domingo, (C) Cedros, (BM) Benitos.

GS-P (prueba Chi-cuadrada; $p > 0,05$); pero si entre las zonas GN-P (prueba Chi-cuadrada; $p < 0,05$). En la Figura 11 se puede ver la proporción de cráneos con osteoartritis en cada lobera.

Isla Granito tuvo el mayor valor (0.259), seguida por Isla Lobos (0.229) y luego por el conjunto El Rasito - El Partido (0.2).

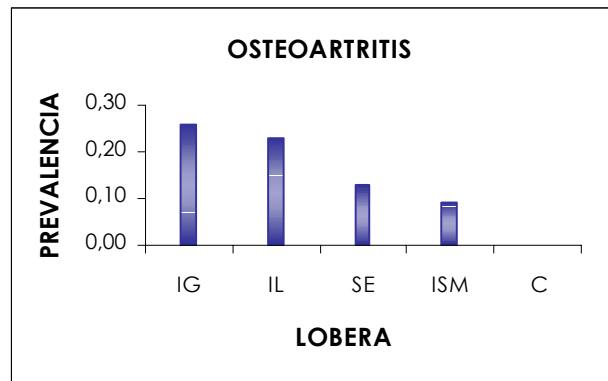


Figura 12. Prevalencia de osteoartritis en loberas cuyo tamaño de muestra es mayor a 25 cráneos. Organizadas de norte a sur. (IG) Isla Granito, (IL) Isla Lobos, (SE) San Esteban, (ISM) Isla Santa Margarita, (C) Cedros.

La Figura 12 muestra la prevalencia de osteoartritis en las loberas que tienen un mínimo de 25 cráneos. Este valor se obtuvo con base en la Figura 13, en la cual se observa que a partir de este punto el sesgo de la prevalencia parece estabilizarse.

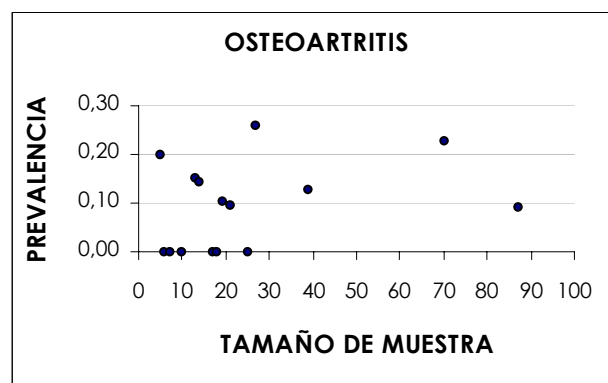


Figura 13. Prevalencia de osteoartritis vs. el número de cráneos de *Zalophus californianus* pertenecientes a cada loba.

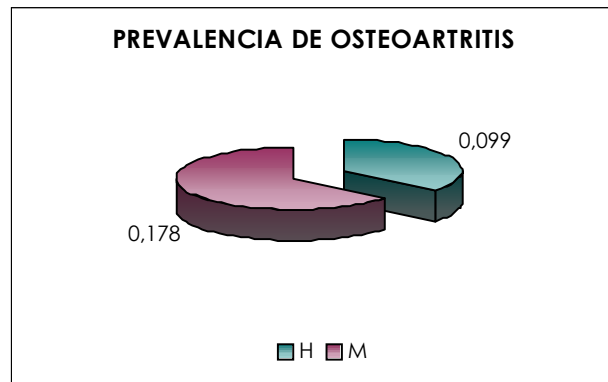


Figura 14. Prevalencia de osteoartritis en cráneos de Machos y Hembras de *Zalophus californianus californianus* (M = machos, H = hembras).

Tanto en hembras como en machos se encontró osteoartritis, los machos con una prevalencia de 0.178, y las hembras de 0.099 (Figura 14). Diferencia significativa de acuerdo con el resultado de la prueba Chi cuadrada, (prueba Chi-cuadrada; $p < 0,05$).

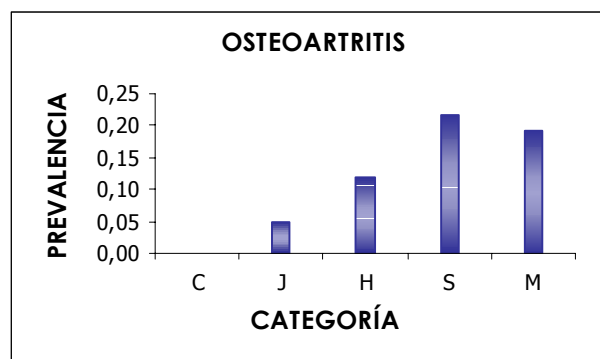


Figura 15. Prevalencia de osteoartritis en cada categoría de *Zalophus californianus californianus*. (C = crías, J = juveniles, H = hembras adultas, S = machos subadultos, M = machos adultos)

Los machos subadultos fueron los que obtuvieron la mayor prevalencia de osteoartritis (0.222), seguidos por los machos adultos (0.194), las hembras (0.110) y los juveniles (0.049), respectivamente. No se observó ninguna cría con esta patología (Figura 15).

De los 46 cráneos que presentaron osteoartritis, sólo fue posible determinar la edad de 33, los otros 13 carecían de caninos y fueron registrados en la base de datos como indeterminados. La Figura 16 muestra la prevalencia de esta patología en cada una de las edades encontradas en la colección.

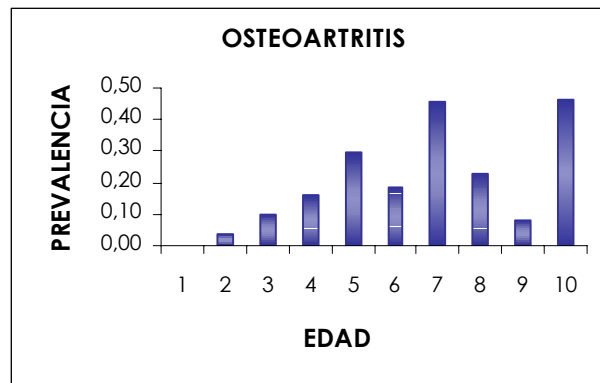


Figura 16. Prevalencia de osteoartritis en cráneos de lobo marino de California *Zalophus californianus californianus* a diferentes edades.

3.1.2 Osteomielitis

Se observaron 11 casos de osteomielitis, una hembra y diez machos, con una prevalencia de 0.0082 para las primeras y de 0.052 para los últimos. Diferencia significativa según la prueba Chi cuadrada (prueba Chi-cuadrada; $p < 0,05$).

Los machos adultos tuvieron la mayor prevalencia de la enfermedad (0.083), seguidos por los subadultos (0.049) y finalmente las hembras (0.011). Los animales más jóvenes no la presentaron (Figura 17).

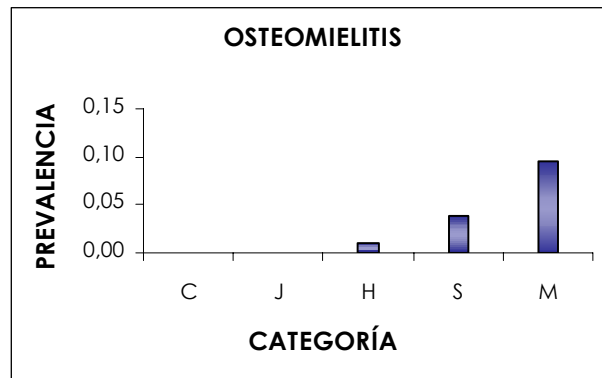


Figura 17. Prevalencia de osteomielitis en cada categoría de *Zalophus californianus californianus*. (C = crías, J = juveniles, H = hembras adultas, S = machos subadultos, M = machos adultos)

Se encontró osteomielitis en cráneos pertenecientes a seis loberas (Figura 18): San Jorge, Isla Granito y Los Machos que forman parte del Golfo Norte (GN); San Esteban del Golfo Sur (GS) y finalmente, Isla Santa Margarita y Benitos de En medio del Pacífico. La zona GN presentó una prevalencia de (0.047), seguida por la P (0.021) y por último la GS (0.010) (Figura 19), sin embargo, estadísticamente estas diferencias no son significativas (prueba Chi-cuadrada; $p > 0,05$).

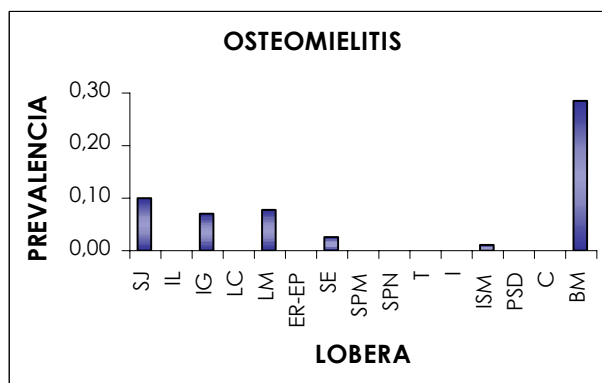


Figura 18. Prevalencia de osteomielitis en loberas de *Zalophus californianus californianus*. (SJ) San Jorge, (IL) Isla Lobos, (IG) Isla Granito, (LC) Los Cantiles, (LM) Los Machos, (ER-EP) El Rasito y El Partido, (SE) San Esteban, (SPM) San Pedro Mártir, (SPN) San Pedro Nolasco, (T) Topolobampo, (I) Los Islotes, (ISM) Isla Santa Margarita, (PSD) Punta Santo Domingo, (C) Cedros, (BM) Benitos.

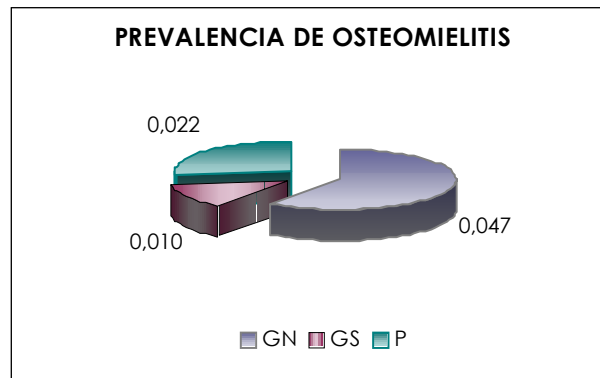


Figura 19. Prevalencia de osteomielitis en las diferentes zonas de distribución de *Zalophus californianus californianus* (GN = Golfo Norte, GS = Golfo Sur, P = Pacífico).

3.1.3 Alvéolos ocluidos

Se observaron 12 casos de cráneos cuya dentadura presentaban oclusión de algún alvéolo, cuatro hembras y nueve machos, con una prevalencia de 0.017 y 0.052, respectivamente. Diferencia que no resultó ser estadísticamente significativa (prueba Chi-cuadrada; $p > 0,05$). Los machos adultos fueron los que tuvieron mayor prevalencia (0.069), seguidos por los subadultos (0.049), luego las hembras (0.033) y finalmente los juveniles (0.012), ninguna cría presentó esta condición (Figura 20)

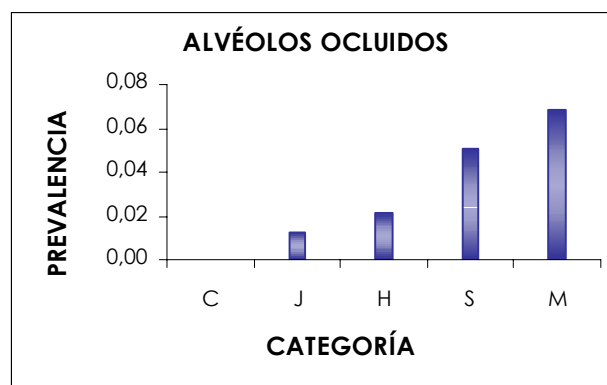


Figura 20. Prevalencia de alvéolos ocluidos en cada categoría de *Zalophus californianus californianus*. (C = crías, J = juveniles, H = hembras adultas, S = machos subadultos, M = machos adultos)

Se encontraron alvéolos ocluidos en cráneos de las tres regiones, siendo la GN la que mayor prevalencia presentó (0.04) y la GS la que menor (0.01) (Figura 21), aunque estadísticamente esta diferencia no fue significativa (prueba Chi-cuadrada; $p > 0,05$). La lobera San Pedro Mártir (0.167) tuvo la mayor prevalencia de esta patología (0.167), también fue observada en cráneos pertenecientes a Isla Lobos (0.057), Isla Granito (0.037), Los Cantiles (0.059), Isla Santa Margarita (0.034) y Punta Santo Domingo (0.056).

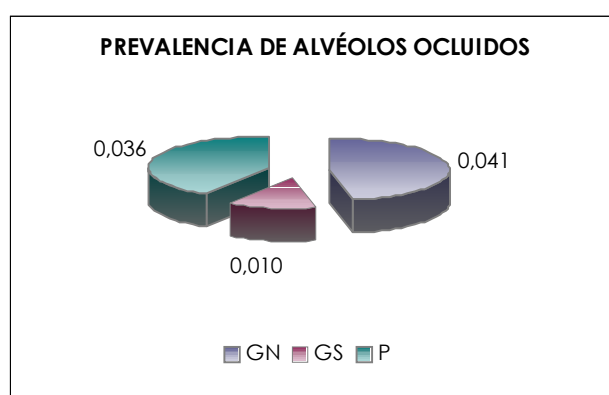


Figura 21. Prevalencia de alvéolos ocluidos en las diferentes zonas de distribución de *Zalophus californianus californianus* (GN = Golfo Norte, GS = Golfo Sur, P = Pacífico).

3.1.4 Dientes supernumerarios

Se registraron seis casos de dientes supernumerarios, todos en los incisivos maxilares. Sólo se encontró esta condición en machos, los subadultos con una prevalencia de 0.037 y los adultos de 0.027. Los juveniles, por su parte, tuvieron una prevalencia de 0.012, mientras que las crías y las hembras adultas no presentaron esta característica en su dentición.

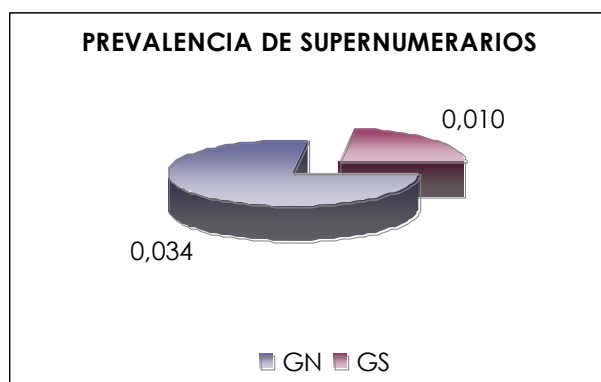


Figura 22. Prevalencia de dientes supernumerarios en las diferentes zonas de distribución de *Zalophus californianus californianus* (GN = Golfo Norte, GS = Golfo Sur, P = Pacífico).

Cinco cráneos pertenecían a la zona GN (0.034), dos de Isla Lobos, dos de San Jorge y uno de Isla Granito; el sexto restante era de Los Islotes localizada en la zona GS (0.010). No se observó ningún individuo con dientes supernumerarios en la zona P (Figura 22).

3.2 TRAUMAS

5.2.1 Fracturas

Se observaron 12 casos de fracturas en parietal, maxilar, frontal y cresta sagital, estos dos últimos en mayor proporción. La Figura 23 muestra como los machos representan el 75% de los casos encontrados, con una prevalencia de 0.047 y las hembras el 25% con una prevalencia de 0.017, diferencia que no es significativa estadísticamente. (prueba Chi-cuadrada; $p > 0,05$). Todas las categorías presentaron individuos con alguna fractura, los de mayor proporción fueron los machos subadultos (Figura 23)

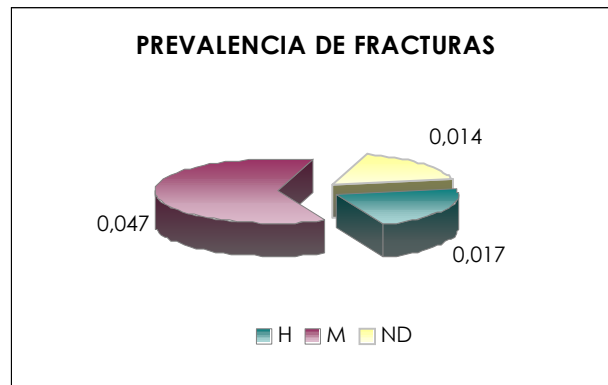


Figura 23. Prevalencia de fracturas en cráneos de Machos y Hembras de *Zalophus californianus californianus* (M = machos, H = hembras).

La zona del Pacífico fue la que presentó mayor proporción de animales con algún tipo de fractura (0.05), las zonas GN y GS presentaron una prevalencia de 0.02 cada una (Figura 24). Se encontraron fracturas en cráneos procedentes de las loberas Isla Lobos, Los Cantiles, Topolobampo, Los Islotes y en todas las del Pacífico exceptuando Benitos.

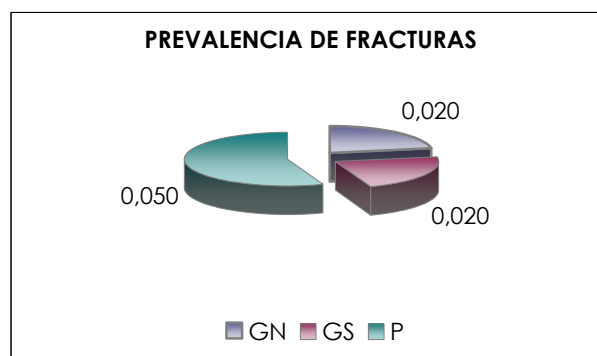


Figura 24. Prevalencia de fracturas en las diferentes zonas de distribución de *Zalophus californianus californianus* (GN = Golfo Norte, GS = Golfo Sur, P = Pacífico).

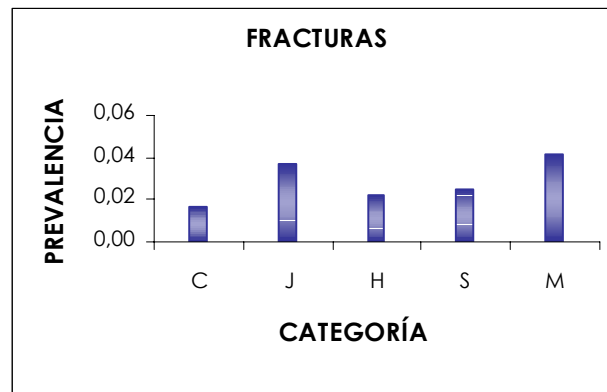


Figura 25. Prevalencia de fracturas en cada categoría de *Zalophus californianus californianus*. (C = crías, J = juveniles, H = hembras adultas, S = machos subadultos, M = machos adultos)

5.2.2 Enmalle

Cuatro cráneos de la colección tuvieron evidencia de enmalle, dos hembras adultas pertenecientes a la lobera de Isla Santa Margarita, en el Pacífico y dos machos, de Los Cantiles e Isla Lobos, loberas del Golfo Norte. Estos dos últimos se clasificaron dentro de las categorías juvenil y macho subadulto.

4. DISCUSIÓN

Se calculó la prevalencia de las diferentes patologías únicamente en las loberas que tuvieran un mínimo de 5 cráneos, esto con el fin de evitar sobreestimaciones en los resultados. Las muestras de las loberas El Rasito y El Partido se unieron para el análisis de los datos, ya que por su proximidad, los cráneos encontrados en ellas podrían pertenecer a animales que habitaban cualquiera de las dos (*Aurioles com. pers.*).

Todas las patologías identificadas en este trabajo se presentaron con mayor proporción en el norte del Golfo de California. Es posible que esto tenga alguna relación con ciertas condiciones encontradas en otros estudios realizados en esta misma región. PROFEPA (1995) reportó altos niveles de compuestos organoclorados, PCB's y residuos de metales pesados, tanto en el agua, como en tejidos de lobos marinos del norte del Golfo de California, probablemente debido a descargas continentales de diversas industrias. Elorriaga (2002), nuevamente reportó elevados niveles de metales pesados en varias loberas de esta misma zona. Con respecto a esto es importante mencionar un estudio realizado por Zakharov y Yablokov (1990), en el que se relacionó la presencia de este tipo de compuestos con la aparición de cambios en la morfología de los cráneos de focas grises del Mar Báltico.

Por otro lado, también se han realizado estudios que sugieren diferencias genéticas entre los lobos marinos del Golfo de California y los del Pacífico, e incluso dentro del mismo golfo, entre los que habitan el norte y el sur (Maldonado *et al.* 1995; Schramm, 2002). Esto podría favorecer el desarrollo de algunas de estas patologías en determinadas zonas.

4.1 Osteoartritis

A pesar de los resultados obtenidos con el análisis estadístico, es evidente que existe una tendencia a aumentar el número de casos de osteoartritis por lobera, a medida que se baja por el Pacífico y se entra en el Golfo de California, hasta llegar a su parte más alta. Esto se observa en las Figuras 10, 11 y 12, en esta última con mayor claridad, ya que fue construida teniendo en cuenta únicamente las loberas que tuvieran un mínimo de 25 cráneos, valor que asegura que el tamaño de muestra no afecta el resultado (Figura 13).

Elorriaga (2002) propone una relación entre la osteoartritis y el plomo en altas concentraciones, ya que este metal tiende a reemplazar el calcio en algunos sistemas. En su trabajo, Isla Lobos y San Pedro Mártir obtuvieron los valores más elevados para este metal. Isla Lobos, efectivamente mostró una de las mayores prevalencias de esta enfermedad, mientras que San Pedro Mártir, San Jorge y Los Cantiles (estas últimas también mencionadas, aunque con niveles más bajos de plomo) no presentaron ningún individuo con la patología.

La osteoartritis es una enfermedad de las articulaciones que ocurre cuando el cartílago se desgasta, dejando desprotegidas las terminaciones de los huesos que la conforman. Este deterioro progresa con el tiempo, produciendo cambios anormales en los huesos (Fraser *et al.*, 1993). El calcio no juega ningún papel determinante en este proceso y su deficiencia no es causante directa de esta enfermedad. Por lo tanto no se encuentra ninguna relación directa entre las concentraciones altas de plomo y el desarrollo de la osteoartritis.

Se ha visto que esta enfermedad en algunas especies avanza con la edad (Lovell, 1990), pero no se sabe aún qué es exactamente lo que produce el deterioro del cartílago. Existen algunos factores que pueden favorecer su aparición. Problemas genéticos, traumas cercanos, o

directamente sobre una articulación, así como movimientos estresantes repetitivos pueden contribuir con su desgaste (Fraser *et al.*, 1993).

Los valores de prevalencia junto con el resultado de la prueba Chi cuadrada, permiten suponer que los machos de *Z. californianus* tienen mayor disposición que las hembras de esta misma especie, para desarrollar osteoartritis (Figura 14). Los machos adultos se enfrentan entre si constantemente durante las épocas de reproducción con el fin de conseguir y posteriormente, defender sus territorios. Estas luchas consisten básicamente en persecuciones; golpes de pecho contra pecho y mordeduras en el cuello, la cabeza y las aletas. Todo esto acompañado por fuertes vocalizaciones. Las hembras por su parte, también llegan a exhibir cierto comportamiento agresivo durante esta temporada pero con menor frecuencia e intensidad (Peterson y Bartholomew, 1967). Es probable que estos enfrentamientos sean en alguna medida uno de los factores que promuevan la aparición de la osteoartritis, debido principalmente a los traumas y golpes que puedan ocasionar, sin embargo, no se ha realizado ningún estudio al respecto, por lo que sus causas son aún desconocidas.

Por esta misma razón, se puede explicar que los adultos presenten mayor tendencia a desarrollar osteoartritis que los jóvenes (Figura 15), cuya actividad es mucho menos intensa que la de los individuos mayores. Se registraron individuos enfermos de hasta 14 años de edad, sin embargo, sólo se calcularon las prevalencias de las edades 1-10 ya que para las siguientes no se contó con un número de cráneos suficiente. En la Figura 16 se aprecia cómo a medida que avanza la edad se presentan más casos de esta patología.

4.2 Osteomielitis

Todos los casos de osteomielitis se presentaron en la mandíbula, lugar en el que se conocen dos formas de adquirir esta enfermedad. Una, sufrir algún trauma o fractura que exponga tejidos al

medio y la otra, provocada por enfermedades odontogénicas de tejidos pulpares o periodontales, esta según Kompanje (1993) es la más frecuente. En ninguno de los doce casos encontrados se observaron fracturas o traumas cercanos a la zona afectada, por lo que es posible pensar que todos tuvieran origen en problemas de la dentadura. No todos ellos tenían evidencia externa de infecciones dentarias u oclusión de alvéolos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que existen enfermedades o infecciones que no dejan huella en los tejidos óseos y por lo tanto no se pueden detectar a simple vista (Lovell, 1990).

Se puede observar una relación entre la osteomielitis, la edad y el sexo de *Z. californianus*. Los machos presentan mayor prevalencia de la enfermedad que las hembras, y dentro de estos son los adultos los que a su vez tienen la mayor proporción (Figura 17). Este hecho, posiblemente también este relacionado con su naturaleza territorialista, ya que durante sus enfrentamientos los machos se causan serias heridas que dejan tejidos expuestos a bacterias en el ambiente. Mientras que las hembras, aunque llegan a tener enfrentamientos, raramente se ocasionan algún daño visible (Peterson y Bartholomew, 1967).

Fraser *et al.* (1993) asegura que las infecciones bacterianas que envuelven la piel y otros tejidos, ocurren frecuentemente después de heridas traumáticas y que los organismos más comúnmente asociados con estas infecciones y abscesos incluyen *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *E.coli*. Lo cual concuerda con Kompanje (1993) quien reporta que los *Staphylococcus* son los responsables del 80 al 95% de los casos de osteomielitis mandibular.

Este mismo autor, en su estudio, señala que los cráneos a los cuales les fue diagnosticada la osteomielitis, poseían forámenes de un tamaño que doblaba al promedio normalmente encontrado. Aunque en el presente trabajo no se realizaron estas mediciones, cabe mencionar que los cráneos con esta patología también sufrían un aumento en el tamaño de sus forámenes.

4.3 Alvéolos Ocluidos

Los alvéolos ocluidos fueron encontrados, al igual que las otras patologías, con mayor proporción en machos, principalmente adultos (Figura 20). El carácter agresivo de estos durante las temporadas de reproducción, con los ya mencionados enfrentamientos, pueden favorecer infecciones, pérdida de dientes y posterior oclusión de los alvéolos. Lovell (1990) reporta que los episodios de agresividad son causas de pérdida de dientes en algunos animales. Por lo tanto, es de esperarse que animales jóvenes al no presentar este tipo de comportamiento, estén menos expuestos a infecciones y a la pérdida de piezas dentarias.

Podría haber una relación entre los alvéolos ocluidos y la osteomielitis, pero como se dijo anteriormente no siempre se encontraron asociados (sólo en cuatro de 19 casos). Sin embargo, estas dos patologías presentaron el mismo patrón con respecto a las zonas (Figuras 19 y 21), lo cual indica que existe un factor que favorece la aparición de lesiones dentarias, y que actúa con mayor intensidad en la parte alta del golfo.

4.4 Dientes Supernumerarios

Según Hoff (1982), los dientes supernumerarios son probablemente la anomalía más común entre especies de vida salvaje. En un estudio realizado en colecciones de diferentes museos, Hoff (1982), registró dientes supernumerarios en 1.4% de los individuos, lo cual resulta similar al 1.6% encontrado en este trabajo. Adicionalmente, reportó que el 64% de los casos se ubicaban en incisivos, premolares y molares del maxilar, en la colección revisada en este trabajo todos se observaron en incisivos del maxilar.

Las causas de las anomalías en la dentición son variadas e incluyen desordenes genéticos, nutricionales o metabólicos, reversión filogenética, inflamaciones e influencias ambientales. Su

determinación exacta es muy difícil y en algunos casos imposible, sin embargo, los desordenes genéticos parecen ser la causa más común (Hoff, 1982).

Aurioles *et al.* (en revisión) encontró que las características dentarias primitivas de *Z. californianus* se presentaban más frecuentemente en el área del Golfo de California que en el Pacífico. Esto concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo, ya que todos los casos de dientes supernumerarios se observaron en el golfo, y ninguno en el Pacífico.

4.5 Fracturas

La prevalencia de fracturas resultó ser mayor en machos que en hembras de *Z. californianus* (Figura 23). Esto era de esperarse si se tiene en cuenta su participación en los ya mencionados enfrentamientos. Sin embargo, los juveniles presentaron una prevalencia de fracturas mayor que los machos adultos (Figura 25), lo cual implica la existencia de un factor adicional pues ellos no muestran este tipo de comportamiento. El hecho de que estos traumas se den con mayor proporción en el Pacífico, cuyas costas son conocidas por la intensidad del oleaje (Maravilla y Lowry, 1992) permite pensar que este es el motivo por el cual se presentan fracturas en crías y juveniles, ya que estos son más débiles e inexpertos que los adultos y más vulnerables a sufrir lesiones al golpearse con las rocas.

4.6 Enmalle

Dos de los cuatro cráneos que mostraban evidencia de enmalle pertenecían al norte del Golfo de California. En esta zona se desarrolla una intensa actividad pesquera que utiliza redes agalleras o de enmalle, lo cual incrementa el riesgo para los lobos marinos y otras especies de mamíferos (Zavala y Mellink, 1997). De la misma forma, los otros dos cráneos provenían de una lobera del

Pacífico, Isla Santa Margarita, conocida por formar parte de uno de los sistemas lagunares más importantes de México en cuanto a producción pesquera se refiere (Bautista, 2002).

Dentro de los cráneos encontrados con marcas de enmalle, se registraron dos hembras, un macho subadulto y un juvenil. En un estudio realizado por Auriolles *et al.* (1997) se encontró que todas las categorías de lobo marino tienen la misma probabilidad de caer accidentalmente en redes de pesca, sin embargo, se observan índices más altos en las hembras debido a que esta es la categoría más numerosa dentro las diferentes loberas.

Las crías no se alejan mucho de la orilla por lo que no es común que estén en contacto con redes de pesca. Los juveniles en cambio, sí lo hacen, pero son todavía animales débiles, con poca experiencia y por lo tanto vulnerables a quedar atrapados en redes de pesca sin poder escapar. Los que logran hacerlo, es muy probable que mueran posteriormente, ya que estas redes atoradas alrededor de sus cuellos impiden de muchas formas que continúen con su vida normal. Por un lado les dificulta la ingestión de alimentos, lo que los puede llevar a una muerte por inanición, por otro lado, las heridas causadas pueden desarrollar infecciones severas que de la misma forma con el tiempo les pueden causar la muerte. Los adultos también caen accidentalmente en redes de pesca, pero tienen más posibilidades de romperlas y escapar, sin embargo, las consecuencias del enmalle son igualmente graves para ellos (Auriolles *et al.*, 1997).

5. CONCLUSIONES

Es posible que el aislamiento genético de los lobos marinos del norte del Golfo de California, favorezca el desarrollo de patologías craneales en el lobo marino *Zalophus californianus californianus*.

Los lobos marinos de California adultos tienen mayor tendencia a desarrollar patologías craneales que los jóvenes, debido principalmente a su comportamiento agresivo durante las temporadas de reproducción.

El desarrollo de osteoartritis en cráneo de lobo marino de California tiene una relación directa con la edad de los individuos.

Los machos de *Zalophus californianus* son más propensos que las hembras a desarrollar patologías craneales como la osteoartritis y la osteomielitis, así como a sufrir pérdida de dientes y oclusión de alvéolos. Esto, debido a los constantes enfrentamientos en los que se ven envueltos, especialmente durante las temporadas de reproducción.

El comportamiento agresivo de los machos adultos de esta especie durante la temporada de reproducción, favorece el desarrollo de traumas, infecciones y enfermedades en sus cráneos.

Las crías de lobo marino de California al no presentar este tipo de comportamiento agresivo están menos expuestas que los adultos a desarrollar patologías craneales, sin embargo son muy vulnerables a sufrir traumas como fracturas.

6. RECOMENDACIONES

Es necesario conocer la edad de la mayoría, si no de todos, los cráneos pertenecientes a la colección, con el fin de poder realizar estudios que involucren esta variable y así poder obtener una información más completa acerca de esta población.

Es importante tomar las precauciones necesarias en el manejo de los cráneos, tanto en el momento de la colecta como en su posterior manipulación, ya que de esto depende en gran medida su estado y por lo tanto la realización de estudios relacionados con ellos.

Un estudio genético, realizado con los cráneos de esta colección, sería de gran ayuda para comprender la aparición de patologías como la osteoartritis y los dientes supernumerarios, con mayor prevalencia en la zona norte del Golfo de California.

Realizar mediciones de los forámenes de los cráneos que presentan osteomielitis, y compararlos con aquellos que se encuentran sanos, sería una buena herramienta para la identificación de esta patología ósea.

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, K. Incidencia de leptospirosis en crías de *Zalophus californianus californianus* en siete colonias reproductivas del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2000. 2001, 57p. Tesis de maestría (Ciencias). Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

ÁLVAREZ-BORREGO, S. Gulf of California estuaries and enclosed seas. En: Ecosystems of the world. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. 1983. p 427-449.

AURIOLES, D. y . ZAVALA, A. Algunos factores ecológicos que determinan la distribución y abundancia del lobo marino *Zalophus californianus californianus* en el Golfo de California. En: Ciencias Marinas. Vol. 20, No. 4 (1994). p.535-553.

AURIOLES, D.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, F.; RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, M.; y AVILÉS, S. Ecología poblacional y alimentaria del lobo marino de California en la Bahía de La Paz, Baja California Sur. Informe final para CONABIO. México, 1997. 123p

AURIOLES, D.; GODÍNEZ, C.; DURÁN, M.; GARCÍA, F.; HERNÁNDEZ, C.; LUQUE, S.; MILLER, P.; y ELLIS, S. Conservación, análisis y manejo planificado (CAMP) sobre los pinnípedos de México y Análisis de la viabilidad de la población y del hábitat (PHVA) para el lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*) La Paz, B.C.S., México. 1998. 83p.

AURIOLES, D.; CASTRO, I.; GARCÍA, F.; LUQUE, S.; GODINEZ, C.; BROUSSET, D.; MONTAÑO, J.; PARÁS, A.; MONTAÑO, S.; y PÉREZ, F. Estado de salud de las poblaciones de lobo marino *Zalophus californianus californianus* en el Golfo de California. En: Memorias, I Primer Congreso de Responsables de Proyecto de Investigación en Ciencias Naturales, CONACYT. Veracruz. México. 2000. 11p.

AURIOLES, D.; SALAZAR, S.; CONTRERAS I.; y BARNES, L. Difference in the frequency of tooth characters among California sea lion population. (En revisión)

BAUTISTA, A. Alimentación del lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*, Lesson 1828), y su relación con los pelágicos menores en Bahía Magdalena, B.C.S., México. Tesis de Maestría (Ciencias). México D.F., 2002, 77p. Universidad Nacional Autónoma de México.

BONNER, N. Seals and sea lions of the world. Blandford. London, U.K. 1999. 224 p.

ELORRIAGA, F. Concentración de metales en pelo de crías de lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*, Lesson 1828) en ocho colonias del Golfo de California. México D.F, 2002, 68p. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad Nacional Autónoma de México.

FARIAS, V. Estudio de la concentración de metales en hueso temporal y diente, por categoría de edad en el lobo marino *Zalophus californianus*, del Golfo de California. México D.F., 1996, 95p. Trabajo de grado (Bióloga). Universidad Nacional Autónoma de México.

- FORNEY, K.; BARLOW, J.; MUTO, M.; LOWRY, M.; BAKER, J.; CAMERON, G.; MOBLEY, J.; STINCHCOMB, CH.; y CARRETTA, J. U.S. Pacific marine mammal stock assessments. NOAA Technical Memorandum NMFS. U.S.A. 2000. 276p.
- FRASER, C.; BERGERON, J.; MAYS, A.; y AIELLO, S. El manual merck de veterinaria. Cuarta edición. Merck y Co., Inc. Rahway, N. J., E.U.A. 1993. 2092p.
- GONZÁLEZ, M. Historia trófica por edad y sexo del lobo marino *Zalophus californianus californianus* utilizando las razones isotópicas $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ y $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ en colágeno de dientes. La Paz, B.C.S., 2002, 51p. Tesis de Maestría (Ciencias). CICIMAR. México.
- HOFF, G. y HOFF, D. Dental anomalies in mammals. En: HOFF, G. Y J. Davis. Non infectious diseases of wildlife. Iowa State University Press. U.S.A. 1982. 174p.
- JUNIN, M., y CASTELLO, H. Osteomyelitis of the skull in a leopard seal, *Hydrurga leptonyx*. En: Marine Mammal Science. Vol. 11, No. 3 (1995). p 403-406.
- KING, J. Seals of the world. British Museum of Natural History and Cornell University Press. N.Y. U.S.A. 1983. 240p.
- KLEVEZAL, G. y KLEINENBERG, S. Age determination of mammals from annual layers in teeth and bones. Academy of Sciences of the URSS. Severston Institute of Animal Morphology. Moscú. 1967. 128p.
- KOMPANJE, E. Osteomyelitis of the mandible in harbour porpoises *Phocena phocena* from the Netherlands. Lutra 1993. 36p.
- LOVELL, N. Patterns of injury and illness in great apes. A skeletal analysis. Smithsonian Institution. U.S.A. 1990. 273p.
- LOWRY, M. y FOLK, R. Sex determination of California sea lion (*Zalophus californianus californianus*) from canine teeth. En: Marine Mammal Science. Vol. 6, No. 1 (1990). p 25-31
- LOWRY, M.; BOVENGO, P.; DELONG, R.; OLIVER, C.; STEWART, B.; DEANDA, H.; y BARLOW, J. Status of the California sea lion (*Zalophus californianus californianus*) population in 1992. Administrative report LJ-92-32. National Marine Fishery Service, Southwest Fishery Science Center. La Jolla, California. U.S.A. 1992. 24p.
- MALDONADO, J.; ORTA, F.; STEWART, B.; GEFFEN, E.; y WAYNE, R. Intraspecific Genetic differentiation in California Sea Lions *Zalophus californianus californianus* from Southern California and Gulf of California. En: Marine Mammal Science. Vol. 11, No. 1 (1995). p 46-58.
- MALDONADO, J. Análisis de los parámetros morfológicos para la determinación de la edad y sexo en el lobo marino californiano *Zalophus californianus californianus*. México D.F, 1997, 82p. Trabajo de grado (Biología). Universidad Nacional Autónoma de México.
- MARAVILLA, O. y LOWRY, M. Censos de pinnípedos en islas de la costa occidental de la Península de Baja California, México. En: Boletín Pesquero CRIP – LA PAZ. No. 7 (julio/agosto, 1992). p 1-7.
- PETERSON, R y BARTHOLOMEW, G. The natural history and behaviour of the California sea lion. En: The American Society of Mammalogists. Special Publication. No. 1 (1967). 79 p.

PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente). Mortalidad de mamíferos y aves marinas del Golfo de California. Reporte preliminar de la Secretaría de Medio Ambiente. Recursos Naturales y Pesca. México, D.F. 1995. 48 p.

REIJNDERS P.; BRASSEUR, S.; TOOR, J.; WOLF, N.; BOYD, I.; HARWOOD, J.; LAVIGNE, D.; y LOWRY, L. Seals, fur seals, sea lions, and walrus. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN. Suiza. 1993. 88 p.

RUSNAK, G.; FISHER, R. y SHEPARD, F. Bathymetry and Faults of Gulf of California. Marine Geology of the Gulf of California: Asymposium. En: Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem. No. 3 (1964) p 59-75.

SCHEFFER, V. Growth layers on the teeth of pinnipedia as an indication of age. En: Science. Vol. 112, No. 2907 (1950). p 209-211

SCHRAMM, Y. Estructura genética y filogeográfica del lobo marino de California *Zalophus californianus californianus* en aguas adyacentes a la Península de Baja California, México. La Paz, B.C.S, 2002, 111 p. Tesis de doctorado (ciencias). Universidad Autónoma de Baja California. México..

STIRLING, I. Tooth wear as a mortality factor in the Weddell seal, *Leptonychotes weddelli*. En: Journal of Mammalogy. Vol. 50, No.3 (1969).

WEISBRODE, S. y DOIGE, C. Bone and joints. En: DONALD, M.; GAVIN, M.; CARLTON, W.; y ZACHARY, J. Thompson's special veterinary pathology. Editorial Mosby. Reino Unido. 2000. 704p.

WALDRON, T. Counting the dead. The epidemiology of skeletal populations. Editorial John Wiley and Sons, Inglaterra. 1994. 109p.

WENKER, CH. A retrospective study of dental conditions of captive brown bears (*Ursus arctos spp*) compared with free-ranging alaskan grizzlies (*Ursus arctos horribilis*). En: Journal of Zoo and Wild life Medicine. Vol. 30, No. 2 (1999). p 208-221

ZAKHAROV, V. y YABLOKOV, A. Skull asymmetry in the Baltic grey seal: Effects of environmental pollution. En: AMBIO. Vol.19, No. 5 (1990). p 266-269.

ZAVALA, A. y MELLINK, E. Entanglement of California sea lions *Zalophus californianus californianus* in fishing gear in the central-northern part of the Gulf of California, Mexico. En: Fishery Bulletin. Vol. 95 (1997). p 180-184.

ANEXO A

Biología y Distribución de la especie.

El lobo marino de California, *Zalophus californianus californianus* pertenece a la familia Otariidae, cuyos integrantes están ampliamente distribuidos alrededor del mundo en dos subfamilias, Otariinae (lobos marinos) y Archtocephalinae (lobos finos). Ambos poseen pequeñas orejas externas lo que les ha dado el nombre de "foca de orejas" (King, 1983). Se encuentran frecuentemente en las costas de Norte América, México, varios países de América del Sur, la Antártida, Australia, Nueva Zelanda y Japón.

Zalophus californianus es una de las 14 especies que forman parte de esta familia. Scheffer (1958) reconoció como subespecies a tres de sus poblaciones: *Zalophus californianus californianus* (Lesson 1828), el lobo marino de la costa pacífica de Norte América; *Zalophus californianus wolfebaeki* (Siversten 1953) que se encuentra en las Islas Galápagos y *Zalophus californianus japonicus* (Peters 1866) extinto de las costas de Japón (King, 1983).

El lobo marino de California, es probablemente el más conocido de todos los pinnípedos, ya que es frecuentemente utilizado en entrenamientos para acuarios y circos. Tiene un marcado dimorfismo sexual. Los machos presentan una coloración parda oscura, aunque puede variar desde casi negro hasta café claro, pesan entre 200 y 300 kg y miden de 200 a 250 cm de largo. Las hembras son siempre más claras que los machos, pesan entre 50 y 100 kg y miden de 150 a 200 cm de largo. Las crías nacen con un pelaje café oscuro, el cual mudan por uno más claro aproximadamente a los seis meses. Una característica muy importante de la especie es la alta cresta que presentan los machos adultos en su cabeza, esta empieza a desarrollarse en el animal

a los cinco años de edad y debe alcanzar 4 cm cuando este tenga diez. Es a partir de esta cresta que el género adquiere su nombre. *Zalophus* esta compuesto por dos palabras griegas, *Za*, un elemento intensificador, y *lophos*, que significa cresta (Bonner, 1999).

Los machos son territoriales, ladran constantemente para advertir su presencia, principalmente durante la época reproductiva que va desde finales de junio hasta principios de agosto. Las hembras, en cambio, son gregarias e indiferentes a las fronteras de los machos, son protectoras de sus crías, especialmente durante los primeros días, después de la tercera semana comienzan a separarse de ellas por períodos cortos para conseguir alimento (King, 1983).

Generalidades de los cráneos

La forma y las proporciones de los cráneos de los pinnípedos varían entre géneros y por lo tanto son ampliamente utilizados en su clasificación. Sin embargo, existen algunas características que son compartidas por todos los grupos: el gran tamaño de sus órbitas, un hocico relativamente corto y un espacio en las órbitas en el que el palatino no se encuentra con el frontal. Los otáridos, particularmente, tienen una bulla timpánica pequeña y aplanada, el hueso frontal proyectado anteriormente entre los huesos nasales, el proceso mastoideo bien desarrollado, las uniones yugal-escamoso sobrepuestas y los procesos supra-orbitales presentes. Adicionalmente, *Z. californianus* posee una cresta sagital especialmente desarrollada, muy evidente en los machos adultos, que difiere de los demás otáridos en forma y tamaño (King, 1983).

El número de dientes de los pinnípedos también varía con el grupo, en otáridos nunca son más de tres pares de incisivos superiores y dos inferiores; un par de caninos y cinco o seis pares de post-caninos (cinco en el caso de *Zalophus californianus californianus*). El primer par de incisivos superiores posee un surco transversal, y el tercero es más largo y con forma de canino. Los caninos, por su parte, están bien desarrollados, tienen una forma cónica y son más grandes en

machos que en hembras. Los molares son estructuras simples con forma de cono, y con cúspides cuyo tamaño y número varía con la especie (King, 1983).

Los dientes están formados principalmente por dentina, como en el resto de los mamíferos. Esta crece desde el interior de la cavidad pulpar, de tal forma que las primeras capas están situadas más cerca de las paredes externas, mientras que las últimas, están más cerca de ella. Estas capas son útiles en la determinación de la edad de los individuos, para lo cual se debe utilizar un diente en el que la cavidad pulpar deposite dentina hasta la última edad, en pinnípedos esto ocurre en los caninos (Klevezal y Kleinenberg, 1967).

Estado de la población de *Zalophus californianus californianus*

Un censo realizado durante julio de 1999, tanto en el Golfo de California, como en la costa del Pacífico, arrojó como resultado un total 214.000 individuos, y una producción de crías del 22.8%, es decir, 48.746 (Forney *et al.*, 2000).

Lowry *et al.* (1992) reportaron un valor aproximado de ocho colonias reproductivas en el Pacífico, y Aurióles y Zavala (1994) registraron un total de 29 colonias en el Golfo de California, de las cuales sólo trece son reproductivas. La gran mayoría (25) se encuentran en islas, islotes o rocas, y sólo una pequeña parte (cuatro) en tierra continental o peninsular. La evidente preferencia de los lobos marinos por las primeras, se explica por el hecho de estar aisladas de depredadores de gran tamaño como osos, pumas, lobos y coyotes, cuya presencia es más probable en el continente que en islas, sobre todo si estas son pequeñas.