

1  
2ej



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Medicina Veterinaria y  
Zootecnia

## EL LOBO MARINO DE CALIFORNIA (*Zalophus californianus californianus*) EN EL GOLFO DE CALIFORNIA: HALLAZGOS PATOLOGICOS

T E S I S  
Que para obtener el titulo de  
MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA  
p r e s e n t a

KARINA ALETHYA ACEVEDO WHITEHOUSE



Asesores: MVZ Carlos Ramón Godínez Reyes  
Dr. Fernando Constantino Casas  
Dr. David Aurióles Gamboa

México, D. F., 1999

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

275952



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

**EL LOBO MARINO DE CALIFORNIA (*Zalophus californianus californianus*)  
EN EL GOLFO DE CALIFORNIA: HALLAZGOS PATOLOGICOS**

Tesis presentada ante la  
División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

de la

Universidad Nacional Autónoma de México  
Para la obtención del título de  
Médica Veterinaria Zootecnista

Por

Karina Alethya Acevedo Whitehouse

Asesores: MVZ Carlos Ramón Godínez Reyes  
Dr. Fernando Constantino Casas  
Dr. David Aurióles Gamboa

México, D.F., 1999

## **DEDICATORIA**

- **A mis padres, por enseñarme a volar y a creer en mí.**
- **A Yleana, por tener el valor de vivir tus propias aventuras sin salvarte.**
- **A Lourdes, por haber apoyado mi cambio de carrera y por enseñarme que todos los sueños son realizables si creemos en ellos.**
- **A María Dolores Ibáñez, con profunda admiración y respeto por todo lo que siempre has representado.**

**NO SE PUEDE VIVIR  
COMO SI LA BELLEZA NO EXISTIERA**

**(Luis Rius)**

## AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas que han hecho posible la realización de esta tesis. Todos tienen algo en común: me han enseñado que la vida es un camino lleno de posibilidades a explorar, de oportunidades y de sueños realizables, en la medida en que queramos vivirlos.

De todo corazón, agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme avanzar en mi formación profesional y personal; a Carlos Godínez por abrirme la puerta a este maravilloso mundo marino, y continuar siempre dispuesto a enseñarme; al Grupo de Estudio de los Mamíferos Marinos (GEMM) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por su entusiasmo, empatía y amistad durante la realización de este trabajo; a Dulce Ma. Brousset, por su incondicional asesoría, apoyo y amistad durante toda mi carrera; a los Drs. Fernando Constantino y David Auriolos por sus correcciones; a Yukie Tachika por su paciencia ante mis dudas; a todos los del Departamento de Etología, Fauna Silvestre y Animales de Laboratorio que me alentaron a seguir mi camino; a Mamali y a Grandpa por su cariño y por abrirme las puertas de su casa; y sobre todo a Lucy, Enrique e Yleana por creer en mi sueño, y haberme regalado unicornios.

Por último, no podría dejar de agradecerle a mis amigos, de quienes he recibido siempre cariño, apoyo e interés en mis decisiones y acciones... Lour, Andy, Marifer, Tony, Ale, Paco, Mirtha, Marisol, Lorenza, Ita y los Titinis (Toñito, Miten, Ray, Erika y Jorge).... ¡Gracias! Sin todos ustedes este trabajo y mi sueño no hubieran podido realizarse.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 EL LOBO MARINO DE CALIFORNIA.....	2
1.1.1 CLASIFICACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y POBLACIÓN.....	2
1.1.2 MORFOLOGÍA EXTERNA.....	2
1.1.3 CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS.....	5
1.2 ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL LOBO MARINO DE CALIFORNIA.....	7
1.2.1 ENFERMEDADES BACTERIANAS.....	7
1.2.2 ENFERMEDADES VIRALES.....	11
1.2.3 ENFERMEDADES MICÓTICAS.....	13
1.2.4 ENFERMEDADES PARASITARIAS.....	14
1.2.5 ENFERMEDADES Y CONTAMINANTES AMBIENTALES.....	15
1.3 NECROPSIAS EN PINNÍPEDOS.....	17
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	24
1.4.1 EL LOBO MARINO COMO BIOINDICADOR DE UN ECOSISTEMA.....	24
1.4.2 LA HISTOPATOLOGÍA COMO TÉCNICA DIAGNÓSTICA.....	25
HIPÓTESIS.....	26
OBJETIVOS.....	26
2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	27
2.1 AREA DE ESTUDIO.....	27
2.2 PROTOCOLO DE NECROPSIAS UTILIZADO.....	28
2.3 TRABAJO DE CAMPO.....	28
2.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS.....	29
3. RESULTADOS.....	30
4. DISCUSIÓN.....	54
5. CONCLUSIONES.....	58
6. LITERATURA CITADA.....	59

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	<u>Página</u>
Cuadro 1 Lesiones ocasionadas por parásitos en el lobo marino de California.....	16
Cuadro 2 Estado de descomposición de los cadáveres de lobo marino de California.....	20
Cuadro 3 Localización de los cadáveres encontrados en el Golfo de California (1996-1997).....	32
Fig. 1 Mapa del Golfo de California.....	3
Fig. 2 Esquema del lobo marino de California ( <i>Zalophus Californianus</i> ).....	4
Fig. 3 Esquema de los orificios genitales de lobos marinos de California.....	18
Fig. 4 Incisiones a realizar en la necropsia de un cadáver de lobo marino de California.....	21
Fig. 5 Microfotografía de nódulo linfático con ligera atrofia linfoide y congestión ligera difusa...	35
Fig. 6 Microfotografía de pulmón con congestión ligera difusa y un área hemorrágica moderada.	38
Fig. 7 Microfotografía de hígado con congestión moderada difusa e infiltración lipídica severa difusa.....	39
Fig. 8 Riñón obscuro, aumentado 1.5 veces de tamaño.....	42
Fig. 9 Microfotografía de pulmón con presencia de moderada cantidad de material eosinofílico en la luz bronquial y alveolar.....	43
Fig. 10 Pulmón con abundante espuma blanquecina y consolidación zonal.....	46
Fig. 11 Zonas de consolidación y enfisema intersticial en pulmón.....	49

## RESUMEN

**ACEVEDO WHITEHOUSE, KARINA A. El lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*) en el Golfo de California: Hallazgos Patológicos (Bajo la dirección de los asesores MVZ Carlos Godínez Reyes, Dr. Fernando Constantino Casas y Dr. David Aurióles Gamboa).**

El lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*) es el único pinnípedo que habita permanentemente el Golfo de California. Debido a su abundancia, distribución y nivel trófico que ocupa en la cadena alimentaria, puede utilizarse como una especie bioindicadora del estado del ese ecosistema. Existen escasos informes sobre las enfermedades y causas de mortalidad de los lobos marinos de California en México. Debido a las condiciones ambientales que prevalecen en el área de estudio, que dificultan la toma y conservación de muestras para aislamiento bacteriológico, micológico y virológico, se diseñó un protocolo de necropsias para condiciones de campo que se centra en la histopatología como técnica diagnóstica útil para determinar e inferir causas de mortalidad de esta especie en el Golfo de California. Durante 3 salidas a las islas del Golfo de California realizadas de 1996 a 1997, se encontraron 18 cadáveres de lobo marino de California. Se realizó la necropsia de los cadáveres que no presentaban grados avanzados de descomposición y se obtuvieron muestras para estudio histológico. En el Departamento de Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México se procesaron las muestras con tinciones de hematoxilina-eosina y se revisaron al microscopio fotónico. Las lesiones macroscópicas y microscópicas observadas inferen neumonías bacteriana, desnutrición, leptospirosis e infecciones parasitarias pulmonares y entéricas como causas de muerte.

## 1. INTRODUCCION

### 1.1 El lobo marino de California

#### 1.1.1 Taxonomía, distribución y población

El lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*) pertenece al orden *Carnívora*, suborden *Pinnipedia*, familia *Otariidae*<sup>1</sup>. Esta especie ocupa la costa oriental del Pacífico Norte, con un rango de distribución que abarca desde Vancouver en Canadá hasta Sinaloa en México<sup>2,3</sup>, incluyendo 40 loberas insulares y algunas zonas continentales del Golfo de California<sup>4</sup> (Fig. 1).

De todas las especies de pinnípedos, el lobo marino de California es considerado el más abundante y de mayor distribución en México. Con base en el último conteo, se estima la población total entre 75,000 y 153,000 individuos<sup>5</sup>; del cual, en el Golfo de California se encuentran aproximadamente el 14 %<sup>6</sup>.

#### 1.1.2 Morfología externa

El cuerpo del lobo marino de California (Fig. 2) es alargado, cubierto por una capa de pelaje denso. Su cuello es grueso y tiene miembros torácicos y pelvianos largos, en forma de aleta que le permiten un desplazamiento terrestre y acuático<sup>7</sup>. Estas extremidades carecen de pelo y presentan uñas<sup>7,8</sup>.

En la etapa adulta los individuos manifiestan un marcado dimorfismo sexual en el tamaño, peso y caracteres sexuales secundarios<sup>8</sup>. Los machos pesan aproximadamente 300 kg. y llegan a medir hasta 2.4 m, mientras que las hembras son más pequeñas, alcanzando un peso de 100 kg. y una longitud aproximada de 1.8 m<sup>8,9</sup>. A diferencia de otras especies de otáridos, la cresta sagital externa de los machos adultos es prominente y muy desarrollada<sup>8</sup>.

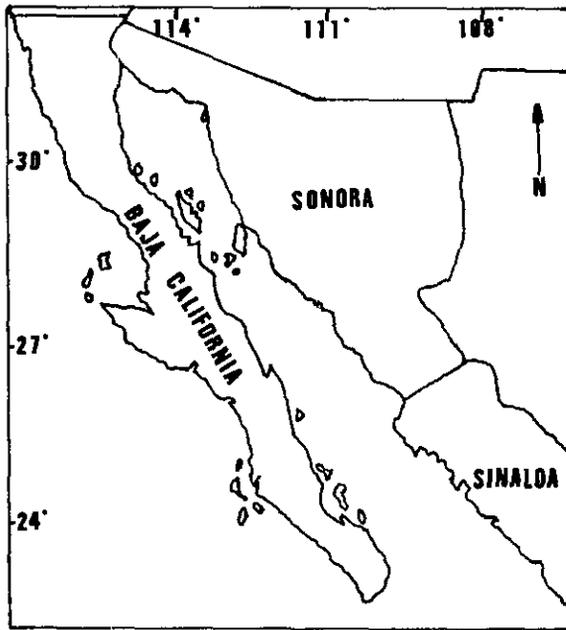


Fig. 1  
Mapa del Golfo de California

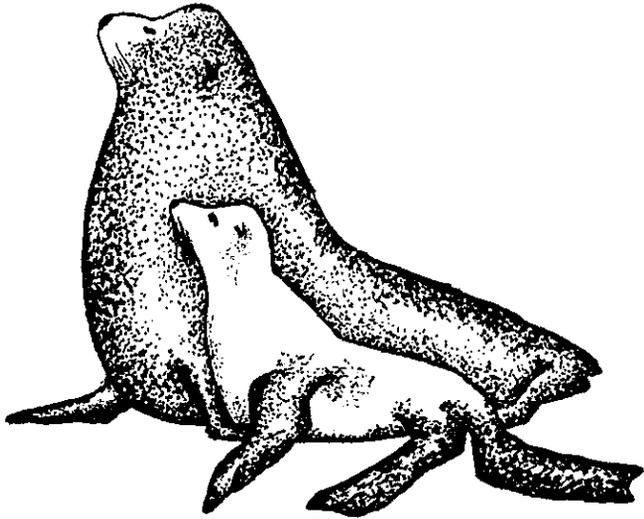


Fig. 2

Lobo marino de California (*Zalophus californianus*): macho adulto y juvenil.

### 1.1.3 Características anatómicas macroscópicas y microscópicas diferentes a otros carnívoros.

Muchas de las características anatómicas del lobo marino de California son similares a las de los carnívoros terrestres; sin embargo, algunas de estas características han evolucionado a través de miles de años, como adaptación para la vida marina. Estas diferencias macroscópicas y microscópicas se describen a continuación:

#### **Tegumento y glándulas anexas**

Su piel es delgada y pigmentada <sup>10</sup>; la epidermis es queratinizada y el estrato córneo está engrosado en las partes del cuerpo que soportan peso <sup>11</sup>. La hipodermis no es muy desarrollada; se compone principalmente de tejido conectivo con abundantes fibras elásticas <sup>12</sup>. La capa de tejido subcutáneo adiposo es gruesa y representa aproximadamente el 25% del peso vivo del animal, particularmente en los individuos adultos <sup>10</sup>. Tienen numerosas glándulas sebáceas y sudoríparas de gran tamaño <sup>12</sup>.

#### **Sistema músculo esquelético**

La columna vertebral está conformada por 7 vértebras cervicales, 15 vértebras torácicas, 5 vértebras lumbares y de 10 a 12 vértebras coccígeas. No presentan senos frontales, huesos lacrimales ni clavícula. Las costillas se componen de material cartilaginoso <sup>11</sup>.

Las piezas dentarias son cónicas. Los incisivos están bien desarrollados y comprimidos con un surco transversal en el extremo distal; los caninos son cónicos y grandes, con la raíz muy desarrollada y marcas anulares que se utilizan para determinar la edad del animal; los postcaninos presentan coronas trilobuladas <sup>10,11</sup>.

Los músculos son oscuros debido a su alta concentración de mioglobina <sup>12</sup>. La inserción de los músculos pectorales es ancha <sup>13</sup>.

### Aparato digestivo y glándulas anexas

Son animales monogástricos, de estómago alargado que no presenta pliegues en la región pilórica <sup>13</sup>. Su intestino delgado llega a medir hasta 33 metros en animales adultos <sup>10, 13</sup> y presenta gran cantidad de pliegues mesentéricos <sup>13</sup>. Al inicio del intestino grueso se encuentra el divertículo cecal <sup>10, 13</sup>. Los nódulos linfáticos mesentéricos son largos, oblongados y se encuentran agrupados centralmente. Miden generalmente de 8 a 9 cm cada uno <sup>13</sup>.

El páncreas es pálido y su tamaño varía de 17 a 25 cm de longitud <sup>13</sup>. El bazo llega a medir 20 cm en su eje longitudinal, y presenta moderada cantidad de áreas oscuras, pigmentadas por hemosiderina <sup>11, 13</sup>. El hígado es multilobulado y frecuentemente se observan fisuras interlobulares <sup>13</sup>. Los hepatocitos pueden contener gránulos de pigmento férrico <sup>11</sup>. El conducto hepático está comunicado con el pancreático dentro de la pared del duodeno <sup>13</sup>.

### Sistema respiratorio

La bifurcación traqueal se observa entre 4 y 7 centímetros más craneal que en la mayoría de los carnívoros <sup>13</sup>. Presentan 34 a 40 anillos cartilagosos traqueales completos <sup>14</sup>. Sus pulmones son lobulados, constituidos por parénquima pulmonar aereado que semeja a los parabronquios de especies aviares <sup>11</sup> y ocupan la mayor parte de la cavidad torácica. Los septos bronquiolares son prominentes y tienen válvulas mioelásticas bronquiales <sup>11, 13</sup>. Las glándulas bronquiales submucosales son de gran tamaño <sup>11</sup>.

### Sistema cardiovascular

Cuentan con un plexo de anastomosis arterio-venosas, conocido como *Retia mirabilis*, que rodea a la arteria aorta en su porción torácica y los riñones <sup>12, 13</sup>.

### Sistema genitourinario

Sus riñones son multilobulados, cubiertos por un plexo vascular <sup>13</sup>. Cada lobulillo renal está constituido como un riñón completo, con corteza y médula y está conectado a un ducto que da origen

al túbulo colector<sup>12, 13</sup>. La vejiga es pequeña en relación con otros carnívoros y cuenta con una capa muscular muy desarrollada<sup>11</sup>. Las glándulas adrenales llegan a medir hasta 6 centímetros en individuos adultos y son de forma alargada<sup>11, 13</sup>. Usualmente es de mayor tamaño la glándula adrenal derecha<sup>13</sup>.

## 1.2 Enfermedades que afectan al lobo marino de California.

Las enfermedades que afectan a las poblaciones silvestres de lobos marinos de California han sido evaluadas mediante el análisis ocasional de cadáveres varados y el estudio de animales en clínicas de rehabilitación o en parques acuáticos<sup>15</sup>. Esto ha dejado algunas áreas vacías en el entendimiento de la fisiopatología de esas enfermedades en poblaciones silvestres. No siempre es factible extrapolar la información obtenida en cautiverio a las poblaciones silvestres, ya que los individuos mantenidos en cautiverio permanecen en grupos pequeños, con programas estrictos de medicina preventiva y un enfrentamiento limitado a diversos agentes patógenos. Aunado a esto, algunos factores influyen sobre las poblaciones silvestres de pinnípedos, debilitando a los animales e incrementando su susceptibilidad a otros agentes infecciosos, lo que ocasiona procesos patológicos o complica la patogenia de muchas enfermedades<sup>16</sup>.

### 1.2.1. Enfermedades bacterianas

Las enfermedades bacterianas son la principal causa de muerte de los pinnípedos silvestres<sup>17</sup>, y frecuentemente causa contributoria de muerte, al interactuar de manera secundaria con infecciones parasitarias, virales o traumatismos<sup>18</sup>. Es importante mencionar que el aislamiento de una bacteria de un individuo enfermo o de un cadáver no implica que la causa de su muerte pueda atribuirse a ese microorganismo, ya que en muchas ocasiones, existe contaminación bacteriana *post-mortem* de tejidos<sup>19</sup>.

Las principales enfermedades bacterianas que se han reportado en el lobo marino de California son la leptospirosis, salmonelosis, erisipelosis, pasteurelosis y clostridiosis<sup>15, 17, 18, 19, 20</sup>.

### **Leptospirosis**

La leptospirosis es una enfermedad de distribución mundial que afecta al hombre y a mamíferos domésticos y silvestres. En 1970, se reportó la enfermedad como responsable de abortos y mortalidad elevada de lobos marinos adultos en las costas occidentales de Estados Unidos de América <sup>18</sup>. Desde entonces, se ha detectado a *Leptospira interrogans* serovariedad *pomona* <sup>22, 23</sup> en crías abortadas, suero sanguíneo y riñones durante epizootias ocurridas en diferentes años en las costas de California y Oregon en Estados Unidos, que han ocasionado una mortalidad hasta 4 veces mayor que la esperada de animales adultos y subadultos <sup>23</sup>.

En México el agente de mayor seroprevalencia reportada en las loberas reproductivas del Golfo de California es *Leptospira interrogans* serovariedad *hardjo*, que se ha relacionado con abortos y mortalidad de animales adultos <sup>24</sup>. La frecuencia de contagio de esta enfermedad es alta entre animales domésticos y algunas poblaciones humanas <sup>25, 26</sup>, por lo cual resulta importante determinar el potencial de transmisión a las poblaciones humanas que mantienen contacto continuo o esporádico con lobos marinos de California <sup>24</sup>.

La enfermedad se desarrolla después de que la bacteria penetra el epitelio de los animales, se disemina por vía hematogena hacia órganos parenquimatosos y ocasiona septicemia con daños al endotelio vascular <sup>27</sup>. Los animales afectados generalmente muestran encorvamiento de los miembros pelvianos, depresión, polidipsia y diarrea negra pastosa <sup>28</sup>.

Las lesiones histológicas que ocasiona la leptospirosis son nefromegalia, nefritis linfoplasmocítica intersticial con presencia de espiroquetas en el epitelio tubular renal <sup>28</sup>, infiltración de linfocitos y monocitos en la zona corticomedular <sup>18</sup>; erosiones y hemorragias gingivales <sup>17</sup>. Los fetos abortados y animales neonatos generalmente presentan septicemia hemorrágica, hemorragias subcutáneas y de la cámara anterior del ojo <sup>18</sup>; hígado graso y friable con hematomas subcapsulares, hemorragia subdural extensa, hipocelularidad glomerular focal, congestión de glándulas adrenales y cerebro, hemorragias moderadas en nódulos linfáticos, septo del timo, mucosa del colon, pulmones e iris así como atrofia celular de la médula ósea <sup>28</sup>.

Para diagnosticar la enfermedad pueden observarse las espiroquetas en muestras de orina mediante microscopía de campo oscuro durante los primeros días de la enfermedad <sup>19</sup>. La prueba serológica más específica es la microaglutinación <sup>24, 29</sup>, pero puede optarse también por aislar, cultivar e identificar al agente en orina o sangre <sup>19</sup>. Aunque las lesiones tisulares que ocasiona no son consideradas patognomónicas, la histopatología puede ser un buen método diagnóstico si se corrobora con tinciones de plata para observar la presencia del agente en muestras de riñón <sup>28</sup>.

### **Pasteurelosis**

La pasteurelosis en los pinnípedos, se manifiesta como una septicemia aguda o hiperaguda con tasas de morbilidad y mortalidad cercanas al 100 % <sup>17</sup>. Las lesiones que ocasiona son inespecíficas, desde enteritis y peritonitis necrótica, necrosis de tejido adiposo periesofágico, petequias epicárdicas y hemorragias generalizadas hasta edematización pulmonar <sup>18</sup>. En algunos casos se ha reportado esplenitis, hepatitis, neumonía intersticial y bronquial, miocarditis y nefritis <sup>30, 31</sup>.

La mayoría de los casos de Pasteurelosis ocurren durante el otoño y se han asociado a la presencia de aves migratorias <sup>17</sup>; sin embargo, se ha especulado que el agente requiere la presencia de un virus inmunosupresor concurrente para ocasionar la enfermedad <sup>32</sup>. En los últimos años la enfermedad se ha controlado en lobos marinos en cautiverio debido al uso de vacunas, y no se ha reportado en poblaciones silvestres de los mismos <sup>17</sup>.

Con el fin de aislar al agente etiológico, deben seleccionarse muestras de acuerdo con la localización de los procesos infecciosos <sup>18</sup>. El diagnóstico definitivo se basa en el aislamiento e identificación de las colonias en medios enriquecidos con suero o sangre. También pueden realizarse frotis y tinciones de Gram para observar la presencia de bacilos y cocobacilos Gram negativos <sup>19</sup>.

### **Erisipelosis**

En los mamíferos marinos, esta enfermedad se asocia a la ingestión de pescado contaminado por *Erysipelothrix rhusopathiae* y hasta la fecha únicamente se ha reportado en especies mantenidas en cautiverio <sup>33</sup>.

Los animales afectados presentan disnea o taquipnea, estertores unilaterales, cianosis, diarrea y deshidratación. A la necropsia se observa hemorragia pulmonar, atrofia linfoide generalizada, congestión multifocal difusa y fibrosis generalizada <sup>17, 18</sup>.

El diagnóstico de la enfermedad se realiza por cultivo e identificación del agente etiológico en medios enriquecidos con suero o sangre. Deben obtenerse muestras de sangre, hígado, bazo, corazón, piel y líquido articular. Si se realizan frotis de los tejidos afectados, se observan bacilos cilíndricos Gram positivos <sup>19</sup>.

### **Clostridiosis**

Existen pocos reportes de clostridiosis en el lobo marino de California. La enfermedad está asociada a lesiones traumáticas como mordidas y laceraciones <sup>18</sup>. Estas soluciones de continuidad, condiciones de anaerobiosis tisular y la concentración fisiológica alta de glucosa sérica en los mamíferos marinos propician la presentación de esta enfermedad <sup>34</sup>.

La enfermedad ocasiona daño al epitelio de la mucosa intestinal, enteritis necrosante y congestión generalizada en diferentes órganos <sup>18</sup>.

El agente etiológico puede aislarse en agar sangre con medios anaerobios. Es necesario identificar la morfología de las colonias para obtener un diagnóstico definitivo. Puede realizarse cromatografía de gases para la identificación final de algunas especies de *Clostridium*. En algunos casos, es necesaria la inoculación de animales de laboratorio e inmunofluorescencia de los tejidos infectados para obtener un diagnóstico de certeza <sup>19</sup>.

### **Salmonelosis**

Se han aislado diferentes serovariedades de *Salmonella* en mamíferos marinos <sup>15, 35</sup>. Se cree que los serotipos que afectan al lobo marino de California ocasionan gastroenteritis moderada y la mayoría de los animales infectados quedan como portadores sanos.

La alta prevalencia de *Salmonella* spp. en poblaciones de pinnípedos pudiera deberse a contaminación fecal en las loberas y a las condiciones de hacinamiento. La gaviota occidental (*Larus livens*) se considera vector de la enfermedad y se ha asociado con la transmisión de la salmonelosis entre las loberas <sup>36</sup>.

Aunque no se haya diagnosticado como causante de mortalidad, la incidencia de *Salmonella* spp. en crías clínicamente sanas es alta <sup>35</sup> y se sabe que puede afectar a los animales con deficiencias nutricionales al destete, interactuar con infecciones parasitarias y ocasionar abortos <sup>37</sup>.

A la evaluación histológica se observa enteritis necrótica y colitis hemorrágica. En algunos casos septicémicos hay congestión severa difusa en diferentes órganos <sup>32, 35, 36</sup>.

### 1.2.2 Enfermedades virales.

Se han identificado algunos virus en epizootias de mamíferos marinos en diferentes ubicaciones geográficas <sup>32</sup>. Sin embargo, en muchas ocasiones no se les considera como agentes etiológicos hasta haber descartado a otros microorganismos más fáciles de aislar. Lo anterior se debe a la dificultad de diagnosticar una infección viral, para lo cual es necesario demostrar partículas virales por microscopía electrónica o aislar al virus, ya que la demostración serológica de títulos de anticuerpos no es concluyente <sup>32, 38</sup>.

Algunos agentes virales pueden representar un riesgo para poblaciones de mamíferos marinos y terrestres, e incluso pueden ocasionar problemas en la salud pública humana, como es el caso de la Enfermedad del virus del lobo marino San Miguel que afecta a los lobos marinos, cerdos y humanos <sup>39</sup>. Las principales enfermedades virales que se han reportado en el lobo marino de California son Hepatitis viral, Viruela, y la Enfermedad del virus del lobo marino San Miguel <sup>16, 40</sup>.

### Hepatitis

Esta fue la primera enfermedad viral letal reportada en mamíferos marinos <sup>41</sup>. Es ocasionada por un adenovirus tipo I <sup>16</sup>. Los signos y lesiones que ocasiona en el lobo marino de California son ictericia generalizada moderada, esplenomegalia, linfadenopatía mesentérica y palidez de la corteza hepática

con necrosis coagulativa severa en la región centrolobulillar <sup>16</sup>. Pueden observarse cuerpos de inclusión intranucleares grandes en los hepatocitos y ocasionalmente en los macrófagos hepáticos <sup>41</sup>. La respuesta inflamatoria es mínima con pocos macrófagos. Generalmente hay linfocitos y neutrófilos en la periferia de las lesiones necróticas <sup>16,41</sup>.

### **Viruela**

Esta enfermedad es ocasionada por un Parapoxvirus y se ha reportado en muchas especies de pinnípedos, incluyendo al lobo marino de California, lobo marino de Sudamérica (*Otaria bryonia*), foca de puerto (*Phoca vitulina*), foca gris (*Halichoerus grypus*) y lobo fino del Norte (*Callorhinus ursinus*) <sup>42,43</sup>.

La viruela ocasiona la formación de lesiones nodulares proliferativas dérmicas que semejan papilomas múltiples bien cornificadas de 0.5-1.5 cm de altura y 0.5 a 2 cm de diámetro, con la presencia de inclusiones eosinofílicas prominentes de 2-15 micrómetros de diámetro <sup>16,42</sup>. Se localizan comúnmente alrededor de la cabeza y cuello de los animales, aunque pueden observarse únicamente en las aletas posteriores <sup>42</sup>. Microscópicamente se observa hipertofia, hiperplasia y degeneración hidrópica de las células del estrato espinoso, proliferación de la epidermis, acantosis severa con hiperqueratosis y paraqueratosis <sup>16,42</sup>.

Hasta la fecha, no se ha reportado el aislamiento del agente etiológico <sup>43</sup>. El diagnóstico presuntivo se basa en el hallazgo de cuerpos de inclusión intracitoplasmáticos eosinofílicos y se confirma mediante la identificación de partículas típicas de poxvirus en las biopsias de piel <sup>42</sup>. Estructuralmente, las células que contienen partículas virales muestran pérdida de componentes nucleares y citoplásmicos, marginación de organelos citoplasmáticos, formas irregulares de nucleolos y condensación de la cromatina <sup>43</sup>.

### **Enfermedad del virus del lobo marino de San Miguel**

Es ocasionada por un Calicivirus semejante al agente etiológico de la Enfermedad Vesicular del cerdo <sup>22,39</sup>, que ocasiona pérdidas económicas importantes para la industria porcina, además de ser zoonótica <sup>22</sup>. Se cree que los pinnípedos de la costa de California fueron reservorios para el virus del

Exantema Vesicular del cerdo, que ocasionó brotes de esta enfermedad en hatos porcinos de Estados Unidos de América <sup>22, 39, 40</sup>.

El virus ocasiona la formación de vesículas y úlceras en aletas, labios, nariz y encías de los lobos marinos afectados. Las lesiones se observan histológicamente como espongirosis del estrato espinoso que progresa hasta la formación de vesículas subcórneas coalescentes <sup>39, 40, 41</sup>. También ocasiona necrosis del epitelio respiratorio con infiltración leucocítica. En la primera etapa de la enfermedad, las células presentan cuerpos de inclusión intranucleares <sup>39, 41</sup>. También se ha asociado el virus a partos prematuros. Estos animales prematuros usualmente presentan dificultad respiratoria y de locomoción y su índice de supervivencia es bajo <sup>41</sup>.

El diagnóstico de la enfermedad se realiza mediante aislamiento del agente etiológico en líquido vesicular, o raspados laringeos o rectales mantenidos en fosfato de glicerol amortiguado e inoculación en hígado de embrión humano <sup>39</sup>. Otros métodos de diagnóstico son la microscopía electrónica y la histopatología <sup>40</sup>.

### 1.2.3 Enfermedades micóticas.

La mayoría de los reportes sobre agentes micóticos en pinnípedos indican que son oportunistas o invasores secundarios que afectan animales inmunodeprimidos, por lo que pueden ser útiles para demostrar el estado de salud de una población silvestre. Aunque los cetáceos sí llegan a presentar micosis sistémicas, éstas son poco usuales en pinnípedos y generalmente son ocasionadas por *Candida reukaufi*, *C. pityrosporum* y *C. albicans*. <sup>17, 34</sup> en asociación con estados crónicos de inmunosupresión y contaminación de las loberas por heces de gaviotas <sup>44</sup>.

Las lesiones se observan como placas blancas o amarillentas principalmente en las uniones mucocutáneas <sup>45</sup>, particularmente en la comisura bucal y las regiones perioculares, perivulvares y perianales o en el intestino <sup>17</sup>. En los órganos afectados se llegan a apreciar zonas de necrosis focal. Las hifas, pseudohifas y blastosporas se pueden observar mediante tinciones de Lactofenol Azul de Algodón (LAA) en las lesiones necróticas <sup>16</sup>.

### 1.2.4 Enfermedades parasitarias.

Las enfermedades parasitarias ocasionan problemas serios para las poblaciones de mamíferos marinos. Se han implicado en procesos patológicos de mamíferos marinos y en casos de varamientos masivos <sup>46</sup>. Los parásitos son generalmente organismos oportunistas que infectan animales débiles; en los animales sanos rara vez ocasionan cambios patológicos. Algunas enfermedades ya existentes, desnutrición, inmunosupresión y estresores ambientales como el sobrecalentamiento global y diversos fenómenos meteorológicos incrementan la susceptibilidad de los mamíferos marinos a los efectos de las infecciones parasitarias <sup>47</sup>. En muchos casos, los pinnípedos se infectan cuando comienzan a alimentarse por sí solos en el mar con peces y cefalópodos contaminados por parásitos en sus fases larvarias <sup>48, 49</sup>.

Los endoparásitos que afectan más frecuentemente a los pinnípedos silvestres se clasifican en 4 grupos: tremátodos, céstodos, nemátodos y acantocéfalos <sup>50</sup>. Los nématodos reportados en el lobo marino de California son <sup>46, 47, 50</sup>: *Anisakis* spp. (mucosa gástrica), *Dipetalonema spirocauda* (corazón, arteria pulmonar y mesenterio), *Parafilaroides decorus*, *Contracaecum osculatum* (pulmón) y *Uncinaria lucassi* (intestino y tejido adiposo). En el intestino del lobo marino de California se ha reportado el céstodo *Diphyllobothrium pacificum* y el acantocéfalo *Corynosoma* spp. En el hígado, vesícula biliar y conductos biliares se ha reportado la presencia del tremátodo *Zalophatrema hepaticum*.

Entre los escasos reportes sobre protozoarios en el lobo marino de California, se encuentra el de Migaki y colaboradores <sup>51</sup> que mencionan la presencia de *Toxoplasma gondii* en corazón, cerebro, hígado, pulmón, nódulos linfáticos y estómago, ocasionando necrosis tisular. Los huéspedes de este parásito son felinos domésticos y ferales, y se cree que la transmisión hacia los lobos marinos de California se da mediante la ingestión de ooquistes en heces de gato y por transmisión transplacentaria <sup>47</sup>.

Los ectoparásitos comúnmente encontrados son ácaros que habitan la piel, conductos nasales, nasofaringe, traquea, bronquios y bronquiolos <sup>16</sup>. Los géneros reportados son *Demodex* spp., *Halarachne miroungae*, *Ortholarachne attenuata* y *Ortholarachne diminuta* <sup>46</sup>. El piojo que más

frecuentemente se encuentra en la piel del lobo marino de California es *Antarctophirius microchir*<sup>16, 46</sup>.

Los órganos afectados y las lesiones que ocasionan los parásitos son diversas (Cuadro 1), y pueden estar combinadas por infecciones bacterianas secundarias<sup>47, 50, 52</sup>.

### 1.2.5 Enfermedades relacionadas con contaminantes ambientales.

Los avances en la tecnología e industrias mundiales han incrementado la presencia de contaminantes en ecosistemas marinos, particularmente en las aguas continentales<sup>16, 53</sup>. Muchos agentes químicos, físicos y biológicos representan un riesgo para la salud de las poblaciones silvestres de pinnípedos y demás mamíferos marinos<sup>54</sup>. Existen escasos reportes sobre los efectos de contaminantes sobre la salud de los pinnípedos, se cree que juegan un papel significativo en los procesos patológicos de estos animales, y se han observado relaciones causales entre los niveles de contaminantes, la alteración de procesos fisiológicos y el desarrollo de neoplasias en mamíferos marinos<sup>54, 55, 56, 57</sup>. Dependiendo de la marea, corrientes marinas y transporte atmosférico, los contaminantes pueden desplazarse grandes distancias a través de diferentes niveles tróficos e incrementar su concentración en su paso por la cadena alimentaria<sup>7, 16, 53, 58</sup>, por lo que entre más alto sea el nivel trófico del organismo, mayor será la concentración de contaminantes en sus tejidos<sup>7</sup>. Aunado a esto, los organismos de nivel trófico superior tienen una habilidad limitada para metabolizar estos compuestos por lo que tienden a acumularse con el tiempo<sup>16, 56</sup>. Algunos contaminantes como el arsénico, cadmio, cobre y zinc son absorbidos mediante la ingestión de presas<sup>54, 56</sup>, otros como el mercurio mediante soluciones de continuidad en la piel<sup>56</sup>.

Cuadro 1

Lesiones ocasionadas por parásitos en el lobo marino de California

PARÁSITO	LESIONES
<i>Campulla palliata</i>	Engrosamiento de ductos biliares por fibrosis. Infiltración eosinofílica y linfocitaria de la mucosa de los ductos biliares. Nódulos linfáticos hiperplásicos adheridos al tejido fibroso adyacente al parénquima. Fibrosis de triada portal y proliferación de ductos portales.
<i>Toxoplasma gondii</i>	Focos necróticos en hígado.
<i>Contracaecum spp.</i>	Úlceras de mucosa gástrica. Nódulos en la mucosa y submucosa gástrica. Peritonitis.
<i>Dipetalonema spirocauda</i>	Engrosamiento de vasos coronarios.
<i>Diriofilaria immitis</i>	Hipertrofia muscular de arteria pulmonar. Dilatación ventricular. Pericarditis. Pleuritis. Abscesos mediastínicos.
<i>Parafilaroides decorus</i>	Obstrucción mucosa bronquial. Zonas de consolidación pulmonar. Hiperplasia de células globosas del epitelio bronquiolar. Bronconeumonía granulomatosa.
<i>Halarachne miroungae</i>	Necrosis focal en parénquima pulmonar. Hiperplasia de nódulos linfáticos laringeos.
<i>Orthohalarachne diminuta</i>	Necrosis focal en mucosa traqueal.
<i>Antarctophthirus microchir</i>	Alopecia. Hiperqueratosis.
<i>Demodex zalophii</i>	Alopecia. Engrosamiento de la piel que cubre las aletas. Hiperqueratosis. Descamación moderada.

### 1.3 Necropsias en pinnípedos.

Un protocolo de necropsias debe incluir información sobre el ambiente, aspectos externos e internos del cadáver <sup>59</sup>. Entre más precisos sean los datos obtenidos, mayor será la posibilidad de concluir las causas de muerte con resultados correctos <sup>60</sup>.

La evaluación ambiental es lo primero que debe registrarse, tomando en cuenta la fecha y hora exacta, temperatura ambiental y del agua, dirección del viento, mareas, anomalías geográficas, entidades urbanas o industriales más cercanas, distancia del cadáver al mar, distancia del cadáver de animales vivos y número de cadáveres encontrados <sup>59</sup>. Estos datos permiten inferir causas de la muerte en casos de mortalidad masivas <sup>60</sup>.

#### **Evaluación externa**

Para evaluar externamente al cadáver, es recomendable tomar fotografías laterales, dorsales y ventrales <sup>59,61</sup>, incluyendo siempre algún objeto de referencia medible. Es importante obtener datos morfométricos como la longitud total, longitud curvilinear, diámetro torácico, ancho máximo de aleta, longitud máxima de aleta y peso corporal <sup>59</sup>. También debe determinarse el sexo y la edad aproximada del individuo <sup>59,60</sup>.

El sexado de los animales se realiza observando la región genital que se encuentra en la porción caudal del cuerpo <sup>2,8,13</sup>. Los machos presentan un solo orificio que corresponde al ano, mientras que en las hembras se observa también el orificio urogenital <sup>14</sup> (Fig. 3). Para determinar la edad de los individuos de manera general, pueden clasificarse a los animales en 5 clases: crías, juveniles, machos subadultos, hembras adultas y machos adultos <sup>62</sup> según la longitud total que presenten: los individuos adultos machos alcanzan una longitud total máxima de 2 a 2.4 m a los 9 años de edad; mientras que las hembras adultas alcanzan una longitud máxima de 1.4 a 1.8 metros desde los 5 años <sup>8,9</sup>. Los machos subadultos miden entre 1.5 y 2 metros, su cresta sagital externa está menos desarrollada y el grosor de su cuello es menor. Los individuos juveniles miden de 1 a 1.3 metros entre 1 y 4 años de edad. Las crías miden de 75 cm a 1 metro <sup>7</sup>.

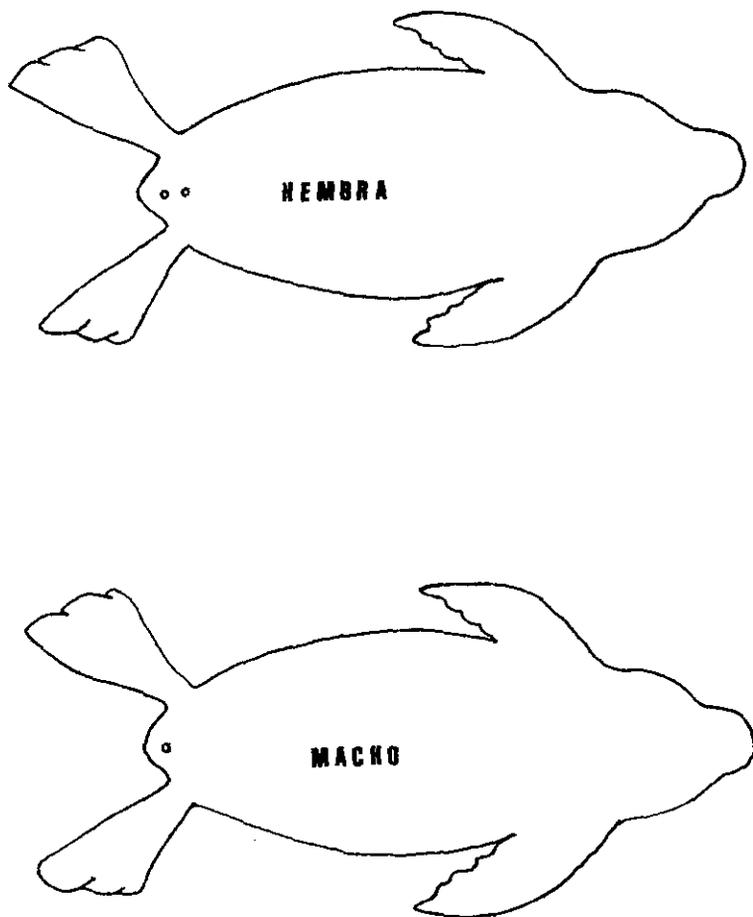


Fig. 3

Esquema de los orificios genitales de lobos marinos de California

Uno de los factores más importantes a determinar durante la necropsia de un mamífero marino es el tiempo transcurrido desde su muerte hasta el momento de evaluación, ya que entre más tiempo transcurra entre la muerte y la toma de muestras, menor será la posibilidad de obtener información diagnóstica de éstos mediante estudios bacteriológicos, virológicos e histopatológicos<sup>63,64</sup>. El nivel de descomposición (Cuadro 2) puede estimarse determinando la rigidez cadavérica que presente el animal, temperatura interna del cuerpo, laceraciones o punciones producidas por animales carroñeros y presencia o ausencia de timpanismo<sup>63</sup>. El estado nutricional se determina con base en el grosor de la capa de grasa subcutánea y el volumen muscular, clasificando a los animales como emaciados, en mala condición y en buena condición<sup>60,61</sup>.

Deben registrarse todas las lesiones encontradas en el tegumento, representándolas gráficamente en formatos preestablecidos que ilustren la silueta ventral, dorsal, lateral derecha e izquierda del animal, tomando en cuenta que el pelaje puede ocultar lesiones pequeñas<sup>64</sup>.

Es importante revisar todos los orificios naturales, el color de las mucosas, el número y el color de los dientes<sup>13,59</sup>.

### **Evaluación interna**

Cualquier evaluación interna que se realice en el cadáver debe hacerse con precaución y utilizando medidas de seguridad para quien efectúe la necropsia. Algunos de los agentes infecciosos que pueden estar presentes en tejidos y fluidos del cadáver son potencialmente dañinos para el humano<sup>65</sup>. Por esto, el uso de guantes de látex resistentes, anteojos y cubrebocas es necesario durante la evaluación interna<sup>59</sup>.

Las técnicas de inspección y toma de muestras de órganos y tejidos son variables; sin embargo, es recomendable guardar un orden para evitar olvidar la inspección de algún órgano<sup>13,59,61</sup>. La técnica propuesta por Dierauf<sup>59</sup> (Fig. 4) indica realizar la primera incisión sobre la línea media ventral, con el cadáver en decúbito dorsal. Se incide la piel y el tejido subcutáneo para medir con una regleta el grosor de la capa adiposa. También se realizan tres incisiones perpendiculares a esta primera incisión, una a la altura de las axilas, otra en el margen costal caudal y la tercera a nivel inguinal, para tener una mayor área visual y de trabajo<sup>64</sup>.

Cuadro 2  
Estado de descomposición de los cadáveres de lobo marino de California

NIVEL	ESTADO DE DESCOMPOSICION	TIMPANISMO	RIGIDEZ CADAVERICA	ACTIVIDAD CARRONERA	TEMPERATURA INTERNA
1	NULO	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	CALIENTE
2	BAJO	AUSENTE	COMIENZA	AUSENTE	FRIA
3	MODERADO	MODERADO	PRESENTE	POCA	FRIA
4	AVANZADO	MARCADO	AUSENTE	ABUNDANTE	FRIA / CALIENTE
5	MOMIFICADO	AUSENTE	AUSENTE	INAPRECIABLE	INAPRECIABLE

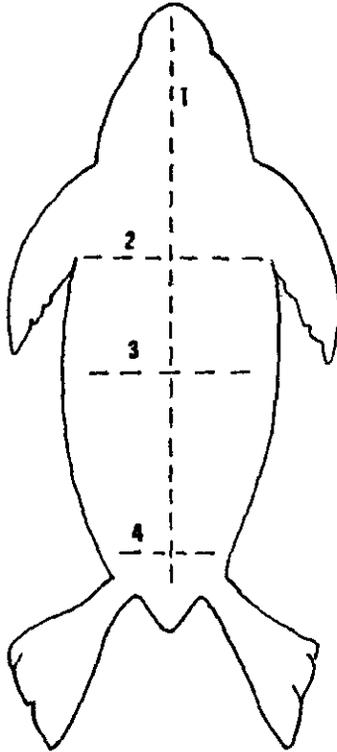


Fig 4

Incisiones a realizar en la necropsia de un lobo marino de California

Se inciden los músculos ventrales desde el ángulo mandibular hasta la sínfisis púbica. Una vez abierto el cuerpo del animal, es recomendable tomar fotografías de la disposición anatómica de los órganos<sup>61, 64</sup>. Debe evaluarse el color, forma y consistencia de todos los órganos<sup>13</sup>.

La evaluación comienza en la cavidad bucal, incluyendo los orificios nasales y avanzando hacia la región caudal del animal<sup>59</sup>. Primero se separan los órganos y tejidos del aparato digestivo para evitar que las asas intestinales puedan perforarse con el bisturí mientras se está trabajando en otros órganos<sup>13, 59, 61</sup>. Posteriormente se revisan los aparatos respiratorio, genitourinario y musculoesquelético<sup>59</sup>.

Es importante que la persona que realice la necropsia posea conocimientos básicos sobre la anatomía de los lobos marinos, con el fin de detectar anomalías macroscópicas<sup>13</sup>.

#### **Toma de muestras**<sup>60, 61, 66</sup>

Se recomienda tomar muestras tisulares de todos los órganos para realizar estudios histopatológicos. Los tejidos deben colectarse lo más pronto posible después de la muerte del animal, y de preferencia deben contener una parte del tejido afectado junto a otra sin cambios patológicos aparentes. El grosor de la muestra no debe ser mayor a 5 mm, y debe colocarse en un recipiente que contenga 10 veces su volumen de formalina al 10% amortiguado, con un pH de 7.4.

Los aislamientos bacteriológicos rutinarios se deben hacer en muestras de riñón, pulmón e hígado, además de órganos aparentemente afectados. El uso de instrumental y recipientes estériles es indispensable para la obtención de muestras para análisis bacteriológicos. Es conveniente quemar una parte de la superficie de las muestras con una espátula caliente para, posteriormente, practicar un corte en este lugar y tomar la muestra del interior. De preferencia, el grosor de las muestras deberá ser menor a 4 cm. Para conservar las muestras, se recomienda mantenerlas en refrigeración, a 4 °C.

Para análisis toxicológicos, deben enviarse muestras de hígado, riñón y cerebro. Estas muestras pueden conservarse en congelación, o en formalina, dependiendo del agente tóxico a determinar.

Las muestras necesarias para virología en pinnípedos son cerebro, hígado y pulmón. Deben tomarse en condiciones de asepsia y mantenerse en congelación o en glicerina amortiguada con un pH de 7.2.

Se deben enviar muestras de mucosa gástrica e intestinal, pulmón, diafragma y contenido gástrico para exámenes parasitológicos. Si se desean coleccionar y conservar especímenes de parásitos, los nemátodos se lavan en solución salina fisiológica, y se colocan en formalina al 5% caliente; los céstodos en solución salina fisiológica a 40°C por una hora y posteriormente en formalina al 5%, entre dos portaobjetos. Los tremátodos se lavan en solución salina al 1% y se fijan en formalina al 10%, agitando fuertemente los recipientes; los ectoparásitos se conservan en alcohol etílico al 70%.

## 1.4 Justificación

### 1.4.1 El lobo marino de California como bioindicador de un ecosistema

La demanda constante de nuestra civilización moderna por nuevos materiales y el desarrollo de diferentes industrias han ocasionado la producción masiva de sustancias sintéticas. Debido a esto, en la última década, los ecosistemas marinos se han enfrentado al incremento de una gran variedad de químicos potencialmente tóxicos. La acumulación y persistencia de muchos de estos compuestos son marcadas en los organismos marinos; y sus efectos indeseables se sospechan en ecosistemas naturales por la ocurrencia de disfunciones inmunológicas, reproductivas y teratogénicas en organismos marinos de diferentes niveles tróficos <sup>54, 55, 56</sup>.

A la par del desarrollo industrial, se ha incrementado el interés por estudiar estas interacciones en los ecosistemas marinos. Una aproximación hacia este monitoreo es la evaluación de organismos marinos que ocupan un nivel trófico alto <sup>56, 57</sup>. Algunos compuestos químicos son ubicuos en ecosistemas naturales debido a su fuerte tendencia a bioacumularse a través de su paso por la cadena alimentaria como consecuencia de su lipofilicidad y resistencia a la biodegradación <sup>57</sup>.

El Golfo de California alberga muchas especies endémicas y se considera como una de las regiones más abundantes y de mayor diversidad marina de México debido a su relativo aislamiento geográfico y a la estabilidad que determina el continuo enriquecimiento de la producción primaria <sup>57</sup>. En esta región se presentan las concentraciones más altas de nutrientes; se concentran las pesquerías más importantes y se encuentran las poblaciones más abundantes de aves y algunos mamíferos marinos. Actualmente, el Golfo de California es considerado como un área prioritaria en el listado de la Comisión Nacional para la Biodiversidad de México (CONABIO) y las islas que se encuentran en ella pertenecen al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México <sup>68</sup>.

El lobo marino de California es el único pinnípedo que habita el Golfo de California, aunque ocasionalmente pueden encontrarse individuos solitarios de foca de puerto (*Phoca vitulina*), elefante marino del norte (*Mirounga angustirostris*) y lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendii*) <sup>69</sup>. Es considerado como una de las especies de mamíferos marinos más abundante y de distribución más amplia del Golfo de California <sup>4</sup>, y ocupa un nivel trófico alto en la cadena alimentaria <sup>9</sup>, por lo que el

conocimiento de sus principales enfermedades y causas de mortalidad puede contribuir al estudio del estado de salud del ecosistema marino del Golfo de California <sup>57</sup>.

En México se han realizado pocos estudios para determinar las enfermedades y causas de mortalidad de esta especie en vida silvestre. Con el fin de optimizar los recursos económicos destinados a la investigación de ecosistemas marinos en nuestro país, es necesario realizar estudios diagnósticos a bajo costo que permitan la determinación de enfermedades y agentes causales de la muerte de los animales; que no requieran de refrigeración o congelación de las muestras, debido a las condiciones ambientales del Golfo de California, que dificultan la toma y conservación de las mismas y que permitan la determinación de enfermedades y agentes causales de la muerte de los animales.

#### 1.4.2 La histopatología como técnica diagnóstica

La patología es la rama de la medicina que investiga el origen, causas y desarrollo de procesos anormales en los animales <sup>70</sup>. En los animales silvestres, esta ciencia no se ha desarrollado paralelamente a los animales domésticos. Hasta años recientes, con la desaparición y disminución de algunas poblaciones silvestres, se desarrollaron medidas de protección y conservación para las especies en peligro de extinción o aquellas sujetas a protección especial. De esta manera, la patología cobró importancia al jugar un papel fundamental en el estudio de las causas de mortalidad de las especies <sup>70, 71</sup>.

Aunque existen numerosas y muy específicas técnicas diagnósticas, en muchas ocasiones no resulta factible utilizarlas cuando se pretende determinar causas probables de mortalidad de poblaciones animales silvestres debido a la dificultad de tomar y conservar muestras bajo las condiciones ambientales prevalentes en el área de estudio y al costo de las pruebas. La histopatología es una herramienta diagnóstica relativamente económica que no requiere características técnicas específicas de conservación de las muestras.

## **HIPOTESIS**

El estudio sistemático macroscópico y microscópico de los cadáveres de lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*) es una herramienta diagnóstica adecuada para el trabajo de campo en las islas del Golfo de California, que permite determinar algunas de sus posibles causas de muerte.

## **OBJETIVO**

Determinar las causas de muerte de los lobos marinos de California (*Zalophus californianus californianus*) encontrados en las islas del Golfo de California de acuerdo con las lesiones macroscópicas y microscópicas que presenten los tejidos.

## **HIPOTESIS**

El estudio sistemático macroscópico y microscópico de los cadáveres de lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*) es una herramienta diagnóstica adecuada para el trabajo de campo en las islas del Golfo de California, que permite determinar algunas de sus posibles causas de muerte.

## **OBJETIVO**

Determinar las causas de muerte de los lobos marinos de California (*Zalophus californianus californianus*) encontrados en las islas del Golfo de California de acuerdo con las lesiones macroscópicas y microscópicas que presenten los tejidos.

## 2. MATERIAL Y METODOS

### 2.1 Area de estudio

El Golfo de California (Fig. 1) se encuentra al noroeste de la República Mexicana, entre los 20° y 30° de latitud norte. Este mar interior de aproximadamente 1500 km. de longitud y 150 km. de ancho se encuentra delimitado entre los estados de Baja California Norte y Baja California Sur hacia el oeste; así como los estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit y parte de Jalisco hacia el este <sup>73</sup>.

La región es predominantemente árida, con una baja humedad e intensa radiación solar, alcanzando en ocasiones una temperatura ambiental superior a los 50°C en verano y menor a los 15°C en invierno <sup>5,67</sup>. La temperatura promedio del agua es mayor a la del Pacífico, debido al impedimento de una llegada directa de agua fría de la corriente de California, y se mantiene entre 10 y 16° C en invierno y 27-38° C en verano <sup>5</sup>, creando un ecosistema marino de gran importancia al albergar muchas especies de fauna nacional temporales y permanentes como el lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*), delfín común (*Delphinus delphis* y *Delphinus capensis*) delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), orca (*Orcinus orca*) y torcuales (*Balaenoptera edeni* y *Balaenoptera physalus*), entre otras <sup>73</sup>.

Existen 100 islas en el Golfo de California <sup>73</sup>, las cuales se encuentran distribuidas de manera irregular en las 4 regiones que lo conforman: Alto Golfo, Región de las grandes islas, Región central y Boca del Golfo. Estas islas son de gran importancia ya que albergan numerosas especies de flora y fauna nacional marina y terrestre, además de recursos geológicos, químicos y físicos. Actualmente, las islas del Golfo de California pertenecen al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México (S.I.N.A.P.) y muchas de las especies como el lobo marino de California, se encuentran bajo programas de protección especial <sup>68</sup>. Las islas son de formas irregulares y varían considerablemente en sus dimensiones. Sus playas son rocosas y áridas, con algunas zonas de canto rodado y grava <sup>5</sup>.

## 2.2 Protocolo de necropsias utilizado

Se efectuó una revisión bibliográfica sobre protocolos de necropsia para mamíferos marinos en diversas bibliotecas del país, además de consultar las bases de datos del "ASFA", "Zoological Records", "Veterinary CD" y "AGRIS". Con esta información, se diseñó un protocolo de necropsia que contempla la toma de muestras necesarias para el diagnóstico de las causas de muerte del individuo examinado.

## 2.3 Trabajo de campo

Se participó en tres salidas de campo a las 13 loberas reproductivas más importantes del Golfo de California participando en el proyecto "Hábitos alimentarios y toxicología del lobo marino de California en el Golfo de California" (CONACYT 3371-N) a cargo del Dr. David Auriol Gamboa del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas de La Paz, IPN. Durante estas salidas se buscaron cadáveres de lobo marino de California en las playas, a los cuales se les determinó su etapa *post-mortem* y se evaluó a los animales que no presentaban estado avanzados de descomposición de acuerdo con el protocolo de necropsia diseñado. Se obtuvieron datos morfométricos y se registró el sexo de todos los cadáveres. Con base en los hallazgos macroscópicos se obtuvieron diferentes muestras de órganos o tejidos para su análisis histológico. En los casos en que se encontraron lesiones macroscópicas evidentes, se obtuvieron muestras rutinarias de pulmón, hígado, riñón, y nódulos linfáticos mediastínicos y mesentéricos.

Las muestras de tejido se lavaron con solución salina fisiológica y se conservaron en frascos con formalina neutra amortiguada al 10%, a una proporción de 1 parte de tejido por 10 partes de fijador.

#### 2.4 Procesamiento y análisis de las muestras

Las muestras colectadas se procesaron en el Departamento de Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. Se lavaron, incluyeron en parafina, y se seccionaron a 5-6  $\mu\text{m}$ . Ya montadas en portaobjetos, se tiñieron con hematoxilina y eosina. Las laminillas se revisaron bajo el microscopio fotónico para determinar cambios histológicos y posibles agentes etiológicos causales de las lesiones.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Protocolo de necropsias para pinnípedos

### INFORME DE NECROPSIA

<b>No. CASO:</b>	<b>REALIZO LA NECROPSIA:</b>
<b>FECHA:</b> <b>HORA:</b> <b>LUGAR:</b> <b>TEMPERATURA AMBIENTAL:</b> <b>No. CADAVERES ENCONTRADOS EN LA ZONA:</b> <b>FOTOS (si) (no)</b> <b>OBSERVACIONES:</b>	

*Croquis de ubicación*

<b>GENERO Y ESPECIE</b>				
<b>SEXO</b>	<b>MACHO</b>		<b>HEMBRA</b>	
<b>EDAD</b>	<b>CRIA</b>	<b>JUVENIL</b>	<b>SUBADULTO</b>	<b>ADULTO</b>
<b>LONGITUD TOTAL</b>				cm.
<b>LONGITUD CURVILINEAR</b>				cm.
<b>DIAMETRO TORACICO</b>				cm.
<b>LONG. MAX. ALETA</b>				cm.
<b>ANCHO MAX. ALETA</b>				cm.
<b>PESO APROXIMADO</b>				kg.
<b>TIMPANISMO</b>	<b>AUSENTE</b>	<b>MODERADO</b>	<b>MARCADO</b>	
<b>RIGIDEZ CADAVERICA</b>	<b>AUSENTE</b>		<b>PRESENTE</b>	
<b>ACTIVIDAD CARRONERA</b>	<b>AUSENTE</b>	<b>POCA</b>	<b>ABUNDANTE</b>	<b>INAPRECIABLE</b>
<b>TEMPERATURA INTERNA</b>	<b>CALIENTE</b>		<b>FRIA</b>	<b>INAPRECIABLE</b>
<b>GROSOR GRASA DORSAL</b>				
<b>MUCOSAS</b>	<b>ICTERICAS</b>	<b>ANEMICAS</b>	<b>CIANOTICAS</b>	<b>CONGESTIONADAS</b>

<b>TEJIDO</b>	<b>LESION (Descripción)</b>	<b>LOCALIZACION</b>	<b>DISTRIBUCION (generalizada, focal, zonal, difusa)</b>	<b>GRADO (ligero, moderado, severo)</b>
PIEL				
FOSAS NASALES				
CAVIDAD ORAL				
VULVA				
PENE				
ANO				
MUSCULOS				
TRAQUEA				
PLEURA				
BRONQUIOS				
PULMONES				
CORAZON				
N. LINF. MEDIASTIN.				



### 3.2 Cadáveres analizados

Durante las salidas de campo a las islas del Golfo de California, realizadas de 1996 a 1997, se encontraron 18 cadáveres de lobo marino de California (Cuadro 3). Debido a los niveles de descomposición que presentaban algunos, se examinaron únicamente 7 de ellos.

CUADRO 3

Localización de los cadáveres encontrados en el Golfo de California (1996-1997).

CADAVER	FECHA	ISLA
1	5 de mayo de 1996	San Esteban
2	5 de mayo de 1996	San Esteban
3	5 de mayo de 1996	San Esteban
4	6 de mayo de 1996	San Esteban
5	6 de mayo de 1996	San Esteban
6	7 de mayo de 1996	Rasito
7	7 de mayo de 1996	Rasito
8	8 de mayo de 1996	Ángel de la Guarda
9	8 de mayo de 1996	Ángel de la Guarda
10	9 de mayo de 1996	Lobos
11	10 de mayo de 1996	Ángel de la Guarda
12	9 de junio de 1997	Los islotes
13	10 de junio de 1997	Los islotes
14	10 de junio de 1997	Los islotes
15	10 de junio de 1997	Los islotes
16	1 de julio de 1997	San Esteban
17	6 de julio de 1997	San Jorge
18	7 de julio de 1997	San Jorge

## INFORME DE NECROPSIA

No. CASO: 1	REALIZO LA NECROPSIA: <i>Karina Acevedo</i>
FECHA: 5 de Mayo de 1996	
HORA: 10:27	
LUGAR: <i>San Esteban</i>	
TEMPERATURA AMBIENTAL: 28° C	
No. CADAVERES ENCONTRADOS EN LA ZONA: 3	
FOTOS (s) (no)	
OBSERVACIONES:	

GENERO Y ESPECIE	<i>Zalophus californianus</i>			
SEXO	MACHO		HEMERA	
EDAD	CRIA	JUVENIL	SUBADULTO	ADULTO
LONGITUD TOTAL	70 cm			
LONGITUD CURVILINEAR	86 cm			
DIAMETRO TORACICO	16 cm			
LONG. MAX. ALETA	17 cm			
ANCHO MAX. ALETA	7 cm			
PESO APROXIMADO	15 kg			
TIMPANISMO	AUSENTE	MODERADO		MARCADO
RIGIDEZ CADAVERICA	AUSENTE		PRESENTE	
ACTIVIDAD CARRONERA	AUSENTE	POCA	ABUNDANTE	INAPRECIABLE
TEMPERATURA INTERNA	CALIENTE		FRIA	INAPRECIABLE
GROSOR GRASA DORSAL	3 mm			
MUCOSAS	ICTERICAS	ANEMICAS	CIANOTICAS	CONGESTIONADAS

TEJIDO	LESION (Descripción)	LOCALIZACION	DISTRIBUCION (generalizada, focal, zonal, difusa)	GRADO (ligero, moderado, severo)
PIEL	Herida lacerante con forma irregular, de 2 X 3 cm	Región infraumbilical izquierda	Focal	Ligero
FOSAS NASALES	Hemorragia	Bilateral	Generalizada	Ligero
CAVIDAD ORAL	Hemorragia	Cavidad oral	Generalizada	Ligero
TRAQUEA	Congestión y espuma blanquecina	Mucosa	Generalizada	Moderado
PULMONES	Congestión pulmonar	Lóbulos pulmonares caudales	Zonal	20 % afectado
N. LINF. MEDIAST.	Aumento de tamaño; Congestión	Todos los nódulos linfáticos mediastínicos	Generalizada	Severo

TEJIDOS COLECTADOS		
MUESTRA	ESTUDIO	CONSERVADOR
<i>Pulmón</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Riñón</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Hígado</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Nódulos linfáticos mediastínicos</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Nódulos linfáticos mesentéricos</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>

El análisis histológico posterior no reportó anomalías patológicas aparentes en riñón e hígado. El pulmón presentaba congestión moderada difusa y cambios autolíticos. En los nódulos linfáticos se observó ligera atrofia linfoide y congestión ligera difusa (Fig. 5).

Diagnóstico presuntivo: Inmunosupresión por desnutrición.

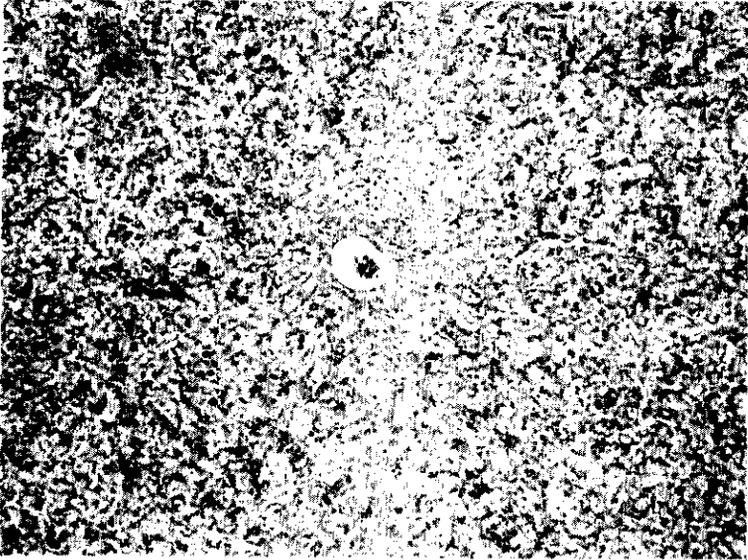


Fig. 5

Microfotografía de nódulo linfático con ligera atrofia del  
tejido linfoide y congestión ligera difusa. 100 X (Hematoxilina - Eosina)

## INFORME DE NECROPSIA

No. CASO: 2	REALIZO LA NECROPSIA: Karina Acevedo
FECHA: 6 de Mayo de 1996	
HORA: 11:43	
LUGAR: San Esteban	
TEMPERATURA AMBIENTAL: 28° C	
No. CADAVERES ENCONTRADOS EN LA ZONA: 2	
FOTOS (si) (no)	
OBSERVACIONES:	

GENERO Y ESPECIE	<i>Zalophus californianus</i>			
SEXO	MACHO		HEMBRA	
EDAD	CRIA	JUVENIL	SUBADULTO	ADULTO
LONGITUD TOTAL	58 cm			
LONGITUD CURVILINEAR	65 cm			
DIAMETRO TORACICO	16 cm			
LONG. MAX. ALETA	19 cm			
ANCHO MAX. ALETA	10 cm			
PESO APROXIMADO	10 kg			
TIMPANISMO	AUSENTE	MODERADO		MARCADO
RIGIDEZ CADAVERICA	AUSENTE		PRESENTE	
ACTIVIDAD CARRONERA	AUSENTE	POCA	ABUNDANTE	INAPRECIABLE
TEMPERATURA INTERNA	CALIENTE		FRIA	INAPRECIABLE
GROSOR GRASA DORSAL	2 mm			
MUCOSAS	ICTERICAS	ANEMICAS	CIANOTICAS	CONGESTIONADAS

TEJIDO	LESION (Descripción)	LOCALIZACION	DISTRIBUCION (generalizada, focal, zonal, difusa)	GRADO (ligero, moderado, severo)
PIEL	Herida punzocortante de 1.5 cm de diámetro y 3 mm de profundidad	2 cm por debajo de la cicatriz umbilical	Unica	Ligero
FOSAS NAALES	Hemorragia	Bilateral	Generalizada	Ligero
PULMONES	Congestión con edema	Lóbulos caudales	Zonal	Ligero
HIGADO	Congestión y friabilidad	Todos los lóbulos	Generalizada	Severo

TEJIDOS COLECTADOS		
MUESTRA	ESTUDIO	CONSERVADOR
<i>Pulmón</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Riñón</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Hígado</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Nódulos linfáticos mediastínicos</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Nódulos linfáticos mesentéricos</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>

El análisis histológico posterior no reportó anomalías patológicas aparentes en las muestras de riñón y nódulos linfáticos mediastínicos y mesentéricos. En el pulmón se observó congestión ligera difusa, un área hemorrágica moderada y la presencia moderada de macrófagos alveolares (Fig. 6). En el hígado se observó congestión moderada difusa e infiltración lipídica severa difusa (Fig. 7).

Diagnósticos presuntivos: Neumonía parasitaria y desnutrición.

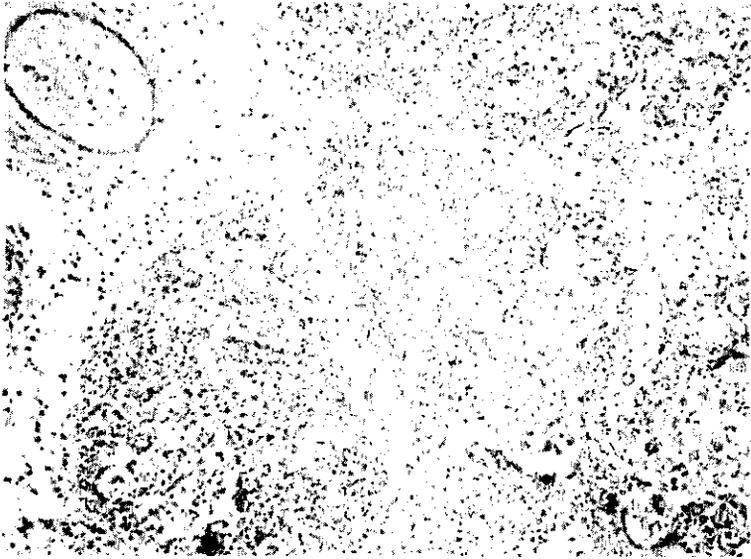


Fig. 6

Microfotografía de pulmón con congestión ligera difusa  
y un área hemorrágica moderada. 100 X (Hematoxilina - Eosina)

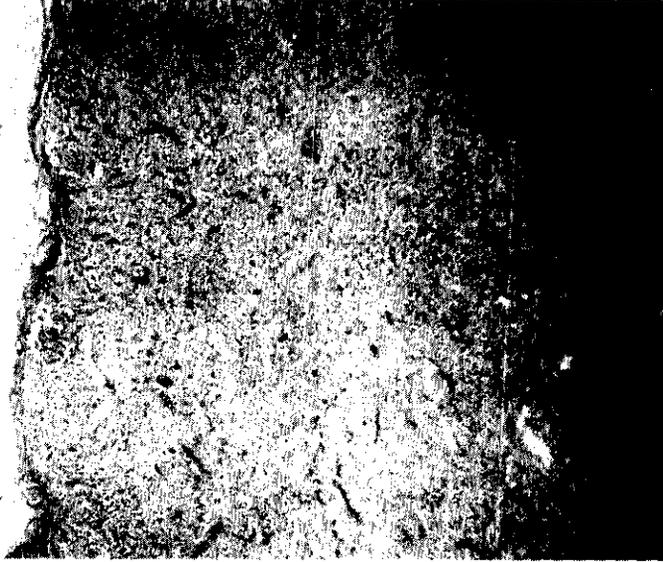


Fig. 7

Microfotografía de hígado con congestión moderada difusa  
e infiltración lipídica severa difusa. 100 X (Hematoxilina - Eosina)

## INFORME DE NECROPSIA

No. CASO: 3	REALIZO LA NECROPSIA: <i>Karina Acevedo</i>
FECHA: 7 de Mayo de 1996	
HORA: 10:19	
LUGAR: <i>Rasito</i>	
TEMPERATURA AMBIENTAL: 29° C	
No. CADAVERES ENCONTRADOS EN LA ZONA: 2	
FOTOS (si) (no)	
OBSERVACIONES:	

GENERO Y ESPECIE	<i>Zalophus californianus</i>			
SEXO	MACHO		HEMERA	
EDAD	CRIA	JUVENIL	SUBADULTO	ADULTO
LONGITUD TOTAL				67 cm
LONGITUD CURVILINEAR				89 cm
DIAMETRO TORACICO				16 cm
LONG. MAX. ALETA				14 cm
ANCHO MAX. ALETA				6 cm
PESO APROXIMADO				7 kg
TIMPANISMO	AUSENTE		MODERADO	MARCADO
RIGIDEZ CADAVERICA	AUSENTE		PRESENTE	
ACTIVIDAD CARRONERA	AUSENTE	POCA	ABUNDANTE	INAPRECIABLE
TEMPERATURA INTERNA	CALIENTE		FRIA	INAPRECIABLE
GROSOR GRASA DORSAL				4 mm
MUCOSAS	ICTERICAS	ANEMICAS	CIANOTICAS	CONGESTIONADAS

TEJIDO	LESION (Descripción)	LOCALIZACION	DISTRIBUCION (generalizada, focal, zonal, difusa)	GRADO (ligero, moderado, severo)
FOSAS NASALES	<i>Hemorragia</i>	<i>Bilateral</i>	<i>Generalizada</i>	<i>Moderado</i>
PULMONES	<i>Congestión</i>	<i>Lóbulos pulmonares caudales</i>	<i>Zonal</i>	<i>Severo</i>
HIGADO	<i>Manchas verdosas, de 2 a 5 mm de diámetro</i>	<i>Todos los lóbulos</i>	<i>Generalizada</i>	<i>Moderado</i>
RINONES	<i>Coloración oscura, aumentados 1.5 veces de tamaño (Fig. 8), congestionados.</i>	<i>Bilateral; corteza y médula</i>	<i>Generalizada</i>	<i>Severo</i>

TEJIDOS COLECTADOS		
MUESTRA	ESTUDIO	CONSERVADOR
<i>Pulmón</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Riñón</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Hígado</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Nódulos linfáticos mediastínicos</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Nódulos linfáticos mesentéricos</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>

En el análisis histológico posterior se observó congestión renal moderada difusa. En las muestras de pulmón se observó la presencia moderada de material eosinofílico en la luz bronquial y alveolar, congestión moderada difusa e infiltración mononuclear en las paredes alveolares (Fig. 9). Se apreciaron cambios autolíticos en las muestras de hígado y nódulos linfáticos.

Diagnóstico presuntivo: Bronconeumonía por aspiración.



Fig. 8

Riñón obscuro. aumentado 1.5 veces de tamaño.

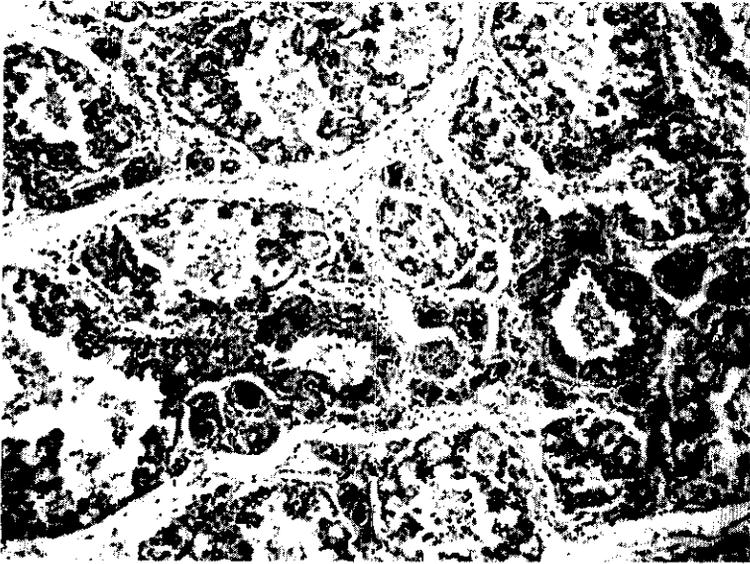


Fig. 9

Microfotografía de pulmón con presencia de moderada cantidad  
de material eosinofílico en la luz bronquial y alveolar. 100 X (Hematoxilina - Eosina)

## INFORME DE NECROPSIA

No. CASO: 4	REALIZO LA NECROPSIA: Carlos Godínez
FECHA: 10 de junio de 1997	
HORA: 13:38	
LUGAR: Los Islotes	
TEMPERATURA AMBIENTAL: 37° C	
No. CADAVERES ENCONTRADOS EN LA ZONA: 3	
FOTOS (s) (no)	
OBSERVACIONES:	
*Se observó hembra gestante con parto en presentación posterior. Al nacer, la cría no se mostró alerta y vomitó un líquido verdoso. Durante sus 24 horas de vida presentó dificultad respiratoria y locomotora.	

GENERO Y ESPECIE	<i>Zalophus californianus</i>			
	MACHO		HEMBA	
SEXO				
EDAD	CRÍA	JUVENIL	SUBADULTO	ADULTO
LONGITUD TOTAL				53 cm
LONGITUD CURVILINEAR				66 cm
DIAMETRO TORÁCICO				12 cm
LONG. MAX. ALETA				14 cm
ANCHO MAX. ALETA				10 cm
PESO APROXIMADO				6 kg
TIMPANISMO	AUSENTE		MODERADO	MARCADO
RIGIDEZ CADAVERICA	AUSENTE		PRESENTE	
ACTIVIDAD CARRONERA	AUSENTE	POCA	ABUNDANTE	INAPRECIABLE
TEMPERATURA INTERNA	CALIENTE		FRÍA	INAPRECIABLE
GROSOR GRASA DORSAL				5mm
MUCOSAS	ICTERICAS	ANEMICAS	CIANOTICAS	CONGESTIONADAS

TEJIDO	LESION (Descripción)	LOCALIZACION	DISTRIBUCION (generalizada, focal, zonal, difusa)	GRADO (ligero, moderado, severo)
TRAQUEA	Congestión y espuma amarillenta	Mucosa	Generalizada	Severo
BRONQUIOS	Espuma amarillenta	Mucosa	Generalizada	Severo
PULMONES	Múltiples zonas de consolidación de 2 a 6 mm de diámetro y áreas hemorrágicas (Fig. 10)	Lóbulos pulmonares craneales y caudales	Zonal	Moderado
ESTOMAGO	Líquido amarillento	Luz gástrica	Generalizada	Moderado

TEJIDOS COLECTADOS		
MUESTRA	ESTUDIO	CONSERVADOR
<i>Pulmón</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Riñón</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Hígado</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Nódulos linfáticos mediastínicos</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Nódulos linfáticos mesentéricos</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Estómago</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Intestino</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Timo</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Tiroides</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Bazo</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>

En el análisis histológico se observó congestión moderada difusa pulmonar con moderada infiltración mononuclear en las paredes alveolares. El nódulo linfático examinado presentaba moderada atrofia linfoide y congestión ligera difusa. Los otros órganos analizados no presentaban cambios patológicos aparentes.

Diagnóstico presuntivo: Neumonía parasitaria.



Fig. 10

Pulmón con zonas de consolidación y hemorragias moderadas difusas.

## INFORME DE NECROPSIA

No. CASO: 5	REALIZO LA NECROPSIA: <i>Carlos Godínez</i>
FECHA: 1 de julio de 1997	
HORA: 12:47	
LUGAR: <i>San Esteban</i>	
TEMPERATURA AMBIENTAL: 39° C	
No. CADAVERES ENCONTRADOS EN LA ZONA: 1	
FOTOS (si) (no)	
OBSERVACIONES:	

GENERO Y ESPECIE	<i>Zalophus californianus</i>			
SEXO	MACHO		HEMBA	
EDAD	CRÍA	JUVENIL	SUBADULTO	ADULTO
LONGITUD TOTAL				72 cm
LONGITUD CURVILINEAR				86 cm
DIAMETRO TORACICO				16 cm
LONG. MAX. ALETA				17 cm
ANCHO MAX. ALETA				12 cm
PESO APROXIMADO				12 kg
TIMPANISMO	AUSENTE	MODERADO		MARCADO
RIGIDEZ CADAVERICA	AUSENTE		PRESENTE	
ACTIVIDAD CARRONERA	AUSENTE	POCA	ABUNDANTE	INAPRECIABLE
TEMPERATURA INTERNA	CALIENTE		FRIA	INAPRECIABLE
GROSOR GRASA DORSAL				3 mm
MUCOSAS	ICTERICAS	ANEMICAS	CIANOTICAS	CONGESTIONADAS

TEJIDO	LESION (Descripción)	LOCALIZACIÓN	DISTRIBUCION (generalizada, focal, zonal, difusa)	GRADO (ligero, moderado, severo)
PIEL	Cicatriz irregular, de 2 X 6 cm	Flanco derecho	Unica	Ligero
TRAQUEA	Espuma blanquecina	Tercio medio y proximal	Zonal	Moderado
CAVIDAD TORACICA	Líquido seroso	Cavidad torácica	Generalizada	500 ml
PULMONES	Congestión y edema intersticial (Fig. 11)	Lóbulos pulmonares caudales	Zonal	Moderado
ESTOMAGO	Congestión, líquido seroso amarillento	Mucosa y luz gástrica	Difuso	Moderado
INTESTINO DELGADO	Congestión, líquido seroso amarillento	Mucosa y luz intestinal	Difuso	Moderado

TEJIDOS COLECTADOS		
MUESTRA	ESTUDIO	CONSERVADOR
<i>Pulmón</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Riñón</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Hígado</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Nódulos linfáticos mediastínicos</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Nódulos linfáticos mesentéricos</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Estómago</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Intestino</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Tráquea</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>

En el análisis histológico se observó enteritis moderada difusa e infiltración moderada difusa de células inflamatorias mononucleares y polimorfonucleares en la mucosa intestinal. En el pulmón se observó hiperplasia del epitelio bronquial, bronquitis moderada y bronquiolitis supurativa severa multifocal; edema severo en los septos alveolares y la presencia de neutrófilos y material eosinofílico en la luz alveolar. En algunas zonas se observó necrosis del tejido linfoide asociado a bronquios. Los otros órganos analizados presentaban autólisis moderada y no se observaron cambios patológicos aparentes.

Diagnóstico presuntivo: Neumonía bacteriana y enteritis parasitaria.



Fig. 11

Pulmón con zonas de consolidación moderadas e enfisema intersticial.

## INFORME DE NECROPSIA

No. CASO: 6	REALIZO LA NECROPSIA: <i>Karina Acevedo</i>
FECHA: 6 de julio de 1997	
HORA: 14:11	
LUGAR: <i>San Jorge</i>	
TEMPERATURA AMBIENTAL: 37° C	
No. CADAVERES ENCONTRADOS EN LA ZONA: 1	
FOTOS (si) (no)	
OBSERVACIONES:	

GENERO Y ESPECIE	<i>Zalophus californianus</i>			
SEXO	MACHO		HEMBRA	
EDAD	CRIA	JUVENIL	SUBADULTO	ADULTO
LONGITUD TOTAL	86 cm			
LONGITUD CURVILINEAR	107 cm			
DIAMETRO TORACICO	18 cm			
LONG. MAX. ALETA	17 cm			
ANCHO MAX. ALETA	10 cm			
PESO APROXIMADO	10 kg			
TIMPANISMO	AUSENTE	MODERADO		MARCADO
RIGIDEZ CADAVERICA	AUSENTE			
ACTIVIDAD CARRONERA	AUSENTE	POCA	ABUNDANTE	INAPRECIABLE
TEMPERATURA INTERNA	CALIENTE		FRIA	INAPRECIABLE
GROSOR GRASA DORSAL	5 mm			
MUCOSAS	ICTERICAS	ANEMICAS	CLANOTICAS	CONGESTIONADAS

TEJIDO	LESION (Descripción)	LOCALIZACION	DISTRIBUCION (generalizada, focal, zonal, difusa)	GRADO (ligero, moderado, severo)
TRAQUEA	<i>Espuma blanquecina</i>	<i>Luz traqueal</i>	<i>Generalizada</i>	<i>Severo</i>
BRONQUIOS	<i>Espuma blanquecina</i>	<i>Luz bronquial</i>	<i>Generalizada</i>	<i>Severo</i>
PULMONES	<i>Consolidación y edema</i>	<i>Lóbulos pulmonares caudales y craneales</i>	<i>Difusa</i>	<i>Moderado</i>
INTESTINO DELGADO	<i>Congestión y espuma amarillenta</i>	<i>Mucosa y luz intestinal</i>	<i>Generalizada</i>	<i>Moderado</i>
HIGADO	<i>Manchas blanquecinas circulares, de 3 mm de diámetro</i>	<i>Cápsula</i>	<i>Generalizada</i>	<i>Moderado</i>
RINONES	<i>Aumento de 1.5 veces el tamaño normal, congestión medular y palidez cortical</i>	<i>Bilateral</i>	<i>Generalizada</i>	<i>Moderado</i>

TEJIDOS COLECTADOS		
MUESTRA	ESTUDIO	CONSERVADOR
<i>Pulmón</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Riñón</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Hígado</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Nódulos linfáticos mediastínicos</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Nódulos linfáticos mesentéricos</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Intestino</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>

En el análisis histológico se observó congestión y edema pulmonar severo difuso. En la muestra de riñón se encontró glomerulonefritis y congestión corticomedular severa difusa. En el hígado se observó esteatosis moderada difusa y la presencia de pigmento hemático zonal. En el intestino se observó una ligera infiltración de células inflamatorias mononucleares hacia la punta de las vellosidades. Las demás muestras no mostraron cambios patológicos aparentes.

**Diagnóstico presuntivo:** Neumonía parasitaria severa; leptospirosis.

## INFORME DE NECROPSIA

No. CASO: 7	REALIZO LA NECROPSIA: <i>Karina Acevedo</i>
FECHA: 7 de julio de 1997	
HORA: 10:30	
LUGAR: <i>San Jorge</i>	
TEMPERATURA AMBIENTAL: 42° C	
No. CADAVERES ENCONTRADOS EN LA ZONA: 1	
FOTOS (si) (nº)	
OBSERVACIONES:	

GENERO Y ESPECIE	<i>Zalophus californianus</i>			
SEXO	MACHO		HEMERA	
EDAD	CRÍA	JUVENIL	SUBADULTO	ADULTO
LONGITUD TOTAL				65 cm
LONGITUD CURVILINEAR				82 cm
DIAMETRO TORACICO				13 cm
LONG. MAX. ALETA				13 cm
ANCHO MAX. ALETA				7 cm
PESO APROXIMADO				10 kg
TIMPANISMO	AUSENTE	MODERADO		MARCADO
RIGIDEZ CADAVERICA	AUSENTE		PRESENTE	
ACTIVIDAD CARRONERA	AUSENTE	POCA	ABUNDANTE	INAPRECIABLE
TEMPERATURA INTERNA	CALIENTE		FRÍA	
GROSOR GRASA DORSAL				2 mm
MUCOSAS	ICTERICAS	ANEMICAS	CIANOTICAS	CONGESTIONADAS

TEJIDO	LESIÓN (Descripción)	LOCALIZACION	DISTRIBUCION (generalizada, focal, zonal, difusa)	GRADO (ligero, moderado, severo)
PULMONES	<i>Consolidación y enfisema intersticial (Fig.11)</i>	<i>Lóbulos caudales</i>	<i>Zonal</i>	<i>Severo</i>
CAVIDAD ABDOMINAL	<i>Líquido seroso</i>	<i>Cavidad abdominal</i>	<i>Generalizada</i>	<i>1 litro</i>
INTESTINO GRUESO	<i>Granuloma de 2 cm de diámetro, rodeado por una zona congestionada</i>	<i>Mucosa</i>	<i>Focal</i>	<i>Moderado</i>
RIÑONES	<i>Coloración oscura, 1.5 veces aumentados de tamaño, congestión.</i>	<i>Corticomedular</i>	<i>Generalizada</i>	<i>Severo</i>

TEJIDOS COLECTADOS		
MUESTRA	ESTUDIO	CONSERVADOR
<i>Pulmón</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Riñón</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Hígado</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Nódulos linfáticos mediastínicos</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>
<i>Nódulos linfáticos mesentéricos</i>	<i>Histopatología</i>	<i>Formalina 10 %</i>

En el análisis histológico se observó una marcada infiltración de células mononucleares y plasmáticas en la mucosa del intestino delgado alrededor de un granuloma con restos de nemátodos; congestión y enfisema intersticial pulmonar severo difuso; lipidosis hepática centrolobulillar moderada con ligera infiltración de células inflamatorias mononucleares y escaso pigmento hemático periportal zonal, así como hipocelularidad glomerular y congestión cortical moderada difusa en ambos riñones. Los demás órganos analizados no presentaron cambios patológicos aparentes.

Diagnóstico presuntivo: Neumonía y enteritis parasitarias.

#### 4. DISCUSION

Las lesiones histológicas observadas en los cadáveres examinados son sugerentes de algunos procesos patológicos y agentes infecciosos que pudieron haber ocasionado la muerte de los animales. La mayoría de los procesos patológicos que afectan a los lobos marinos de California no originan lesiones patognomónicas, sin embargo es posible relacionar los hallazgos con la edad de los animales, las condiciones de las loberas y reportes previos para inferir su causa.

Todos los cadáveres encontrados de 1996 a 1997 durante las visitas a las loberas del Golfo de California fueron animales menores a 1 año. Esto pudiera deberse al tiempo que permanecen las crías en las loberas. Los animales adultos permanecen largos periodos de tiempo en el mar durante sus viajes de alimentación, por lo que se asume que pudieran morir en el agua o en loberas no reproductivas, que no se visitaron durante este estudio. La sobrevivencia de las crías de lobo marino de California durante su primer año de vida es importante para el mantenimiento de la población, ya que algunos estudios realizados en el Golfo de California indican que las crías representa el 40 % de la población de algunas loberas<sup>79</sup>. Hasta la fecha, los casos de mortalidad reportados en México se han atribuido principalmente a parasitismo severo<sup>48</sup>.

La atrofia ligera y congestión moderada difusa encontradas en el nódulo linfático mediastínico del caso 1 son sugerentes a un estado de inmunosupresión crónica<sup>75</sup>. En un estudio similar realizado en cadáveres de ballena piloto (*Globicephala macrorhynchus*) de la costa de Florida, se observó atrofia linfoide en nódulos linfáticos viscerales y periféricos, con un patrón folicular y paracortical. Estos hallazgos se atribuyen a estrés crónico, estados de inmunosupresión inespecíficos y caquexia<sup>76</sup>. En los mamíferos domésticos y silvestres, la inmunosupresión puede ser provocada por desnutrición, neoplasias, estrés crónico, algunas enfermedades virales<sup>77,78</sup> e infecciones crónicas bacterianas<sup>17,18</sup>. Debido a que no se encontraron cambios patológicos aparentes en ningún otro tejido, se infiere inmunosupresión por desnutrición como causa de muerte del caso 1.

Las lesiones pulmonares observadas en los casos 2, 4, 6 y 7 pueden asociarse con procesos inflamatorios pulmonares. Las crías de lobo marino de California frecuentemente presentan neumonías parasitarias por ácaros y nemátodos<sup>25,30</sup> que ocasionan lesiones comunes como edema, congestión difusa, presencia de macrófagos alveolares, infiltración neutrofílica, linfocitaria y eosinofílica.

Además de las lesiones sugerentes de neumonía parasitaria, en el caso 2 también se observa la

presencia de abundante pigmento hemático, esteatosis severa difusa y congestión severa difusa en el hígado. Esto puede deberse a deficiencias nutricionales, infecciones parasitarias y bacterianas o patologías cardíacas y pulmonares no infecciosas <sup>72, 80</sup>. Aunque algunos reportes indican la presencia de pigmento férrico en los hepatocitos de pinnípedos debido a causas fisiológicas, en ellos no se observa congestión tisular <sup>11</sup>. Se infiere en este caso que la congestión generalizada del hígado ocasionó edema, lo que comprometió los factores de oxigenación tisular, dañó el endotelio vascular y provocó la salida y subsecuente hemólisis de eritrocitos, acumulando pigmento férrico en el tejido dañado <sup>78, 80</sup>. En un estudio realizado en elefantes marinos del norte (*Mirounga angustirostris*) infectados por el nemátodo pulmonar *Otostromylus circumlitus*, se observaron lesiones pulmonares típicas y congestión difusa hepática en la mayoría de los casos <sup>81</sup>. En otras especies de mamíferos marinos que presentaban parásitos pulmonares se han reportado cambios degenerativos inespecíficos hepatocelulares como degeneración grasa difusa y degeneración hidrópica, sugerentes de hepatopatías secundarias <sup>76</sup>.

En el caso 3, la presencia de cuerpos extraños eosinofílicos en la luz bronquial y alveolar, así como de algunas células inflamatorias mononucleares en las paredes alveolares son sugerentes de bronconeumonía por aspiración. En la literatura existen reportes sobre mortalidad en crías de diferentes especies de pinnípedos por broncoaspiración de alimento <sup>20</sup>.

Las lesiones encontradas en los casos 5 y 7 son atribuibles a infecciones parasitarias pulmonares e intestinales, así como a deficiencias nutricionales. Los parásitos intestinales provocan hipoproteïnemia y con ello una disminución de la presión coloidosmótica <sup>81</sup>. La presencia de ascitis en los cadáveres puede deberse a esta patogenia. Eguía y colaboradores <sup>82</sup> reportan la presencia del nemátodo *Uncinaria* spp. en el intestino de un cadáver de lobo marino de California que presentaba anasarca, ascitis, hidrotórax e hidropericardio. En un estudio realizado en cadáveres de diferentes especies de pinnípedos y cetáceos varados en las playas de Oregon se observaron lesiones atribuibles a parasitosis gastrointestinales y pulmonares en todos los animales exceptuando a los recién nacidos <sup>20</sup>. Después del destete, cuando las crías comienzan a alimentarse en el mar, acumulan parásitos que se adhieren a la mucosa gástrica y entérica <sup>83</sup>. En ocasiones estos parásitos pueden ocasionar anemia, úlceras intestinales y perforaciones que provocan peritonitis y la muerte del animal <sup>50</sup>.

Las lesiones histológicas reportadas en los casos 6 y 7 son compatibles con leptospirosis y a neumonía parasitaria severa. Aunque no se realizaron tinciones especiales para diagnosticar la

leptospirosis, se observó glomerulonefritis intersticial y congestión corticomedular severa difusa en el riñón, así como esteatosis moderada difusa y la presencia de pigmento hemático zonal en el hígado en un cadáver; el otro presentaba lipidosis hepática centrolobulillar moderada, con ligera infiltración de células inflamatorias mononucleares y la presencia de pigmento hemático periportal zonal, así como hipocelularidad glomerular y congestión cortical moderada difusa en ambos riñones. Las lesiones renales macroscópicas que provoca la leptospirosis son nefromegalia, pérdida de diferenciación entre la médula y la corteza renal, palidez cortical y hemorragias subcapsulares con hemorragias en la unión córticomedular<sup>28</sup>. Microscópicamente se observa nefritis linfoplasmocítica intersticial, infiltración leucocitaria corticomedular e hipocelularidad glomerular focal<sup>17, 18</sup>. Se ha reportado también esteatosis hepática en pinnípedos con leptospirosis<sup>18, 28</sup>. Godínez y colaboradores reportan la presencia de anticuerpos contra algunas serovariedades de *Leptospira interrogans* en suero de crías de lobo marino del Golfo de California<sup>24</sup>. En algunas de las islas como San Esteban, Angel de la Guarda y Granito habitan roedores silvestres e introducidos y gatos ferales<sup>73</sup>. Estos animales pueden ser reservorios de la enfermedad<sup>26</sup>. Otro posible modo de transmisión de la leptospirosis es el contacto entre los pescadores ribereños y los lobos marinos de California<sup>24</sup>. Esta enfermedad es zoonótica por lo que es necesario determinar el potencial de transmisión entre los lobos marinos y las poblaciones humanas que tienen contacto con ellos.

Además de las lesiones sugerentes de infecciones parasitarias y desnutrición observadas en el caso 5, se observaron lesiones compatibles con cuadros neumónicos bacterianos. En mamíferos domésticos y silvestres, algunas bacterias como *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia* sp, *Pseudomonas* sp y *Citrobacter* sp. pueden ocasionar bronconeumonía fibrinopurulenta severa subaguda<sup>19, 72, 80</sup> que se considera como una de las principales causas de muerte de pinnípedos silvestres<sup>15, 17, 31</sup>.

En los últimos años, se han registrado eventos de mortalidad masiva y varamientos de diferentes especies de aves y mamíferos marinos en el Golfo de California<sup>58</sup>. El área de estudio recibe descargas residuales industriales provenientes de Sonora, Sinaloa y Baja California Norte<sup>84</sup>. Estos residuos son transportados hacia la región central y de las grandes islas<sup>84</sup> donde se encuentran las loberas reproductivas más importantes<sup>4</sup>.

Algunos contaminantes como metales pesados, compuestos bifenil-policlorinados (PCB's) y diclorodifeniltricloroetano (DDT) pueden ocasionar problemas reproductivos, incrementar la susceptibilidad de los animales a enfermedades, y provocar procesos carcinogénicos<sup>86, 87, 88</sup>.

A pesar de que se han encontrado concentraciones elevadas de metales pesados en diferentes tejidos de lobos marinos del Golfo de California <sup>88</sup>, no se ha determinado el impacto de estos elementos en la salud de los animales.

## 5. CONCLUSIONES

El estudio de las enfermedades y causas de mortalidad del lobo marino de California en el Golfo de California es útil para evaluar el estado del ecosistema marino. Para esto, es necesario examinar cadáveres de una manera sistematizada y sencilla, con el fin de obtener la mayor información posible de sus órganos y tejidos y determinar agentes causales de los procesos patológicos, su impacto en la población y su relación con otras especies.

La histopatología es una técnica diagnóstica de bajo costo que puede ser útil para determinar e inferir las causas de muerte de los animales examinados bajo las condiciones de campo que prevalecen en el área de estudio.

Los resultados de este estudio indican que las causas de muerte más probables de los lobos marinos de California examinados son infecciones parasitarias pulmonares y entéricas, desnutrición, leptospirosis, neumonía bacteriana y bronconeumonía por aspiración. Se recomienda plantear nuevas líneas de investigación para determinar ciclos parasitarios y redes epidemiológicas de la leptospirosis en las poblaciones silvestres.

## LITERATURA CITADA

- <sup>1</sup> Barnes, L.G., Domming, D.P. and Ray, C.E.: Status of studies on fossil marine mammals. *Mar. Mamm. Sci.*, 1: 15-53 (1985).
- <sup>2</sup> King, J. E.: *Seals of the World*. Comstock Publishing Association, New York, 1983.
- <sup>3</sup> Aurioles-Gamboa, D., Sinsel, F., Fox, C., Alvarado, E. and Maravilla, O.: Winter migrations of subadult male California sea lions, *Zalophus californianus*, in the southern part of Baja California. *J. Mamm.*, 64: 513-518 (1983).
- <sup>4</sup> Zavala, G.A.: Biología poblacional del lobo marino de California, *Zalophus californianus californianus* (Lesson, 1828) en la región de las Grandes Islas del Golfo de California, México. Tesis de Maestría. *Fac. de Cienc.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1993.
- <sup>5</sup> Zavala, G.A.: La población del lobo marino común (*Zalophus californianus californianus*) en las Islas del Golfo de California. Tesis de licenciatura. *Fac. de Cienc.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1990.
- <sup>6</sup> Le Boeuf, B. J., Aurioles-Gamboa, D., Condit, R., Fox, C., Gisner, R., Romero, R. and Sinsel, F.: Size and distribution of the California sea lion in Mexico. *Proc. Calif. Acad. Sci.*, 7: 77-85 (1983).
- <sup>7</sup> Reindjers, P., Brasseur, S., Van der Toorn, J., Van der Wolf, P., Boyd, I., Harwood, J., Langne, D. and Lowry, L.: Seals, Fur Seals, Sea Lions and Walrus. Status Survey and Conservation Action Plan. *IUNC/SSC Seal Specialist Group*, London, 1994.
- <sup>8</sup> Odell, D.K.: California sea lion (*Zalophus californianus*). In: *Handbook of Marine Mammals, The Walrus, Sea lions, Fur seals and Sea otter*. Edited by Ridgway, S.H. and Harrison, R.J., 67-97. *Academic Press*, New York, 1981.
- <sup>9</sup> Peterson, R.S. and Bartholomew, G.A.: The Natural History and Behavior of the California sea lion. *Amer. Soc. of Mamm.*, 1: 36-42 (1967).
- <sup>10</sup> Schroeder, J.P.: Reproductive Aspects of Marine Mammals. In: *CRC Handbook of Marine Mammal Medicine: Health, Disease and Rehabilitation*. Edited by: Dierauf, L., 353-370. *CRC Press*, Boca Ratón, Florida, 1990.
- <sup>11</sup> Lowenstine, L.J. and Osborn, K.G.: Practical Marine Mammal Microanatomy for Pathobiologists. In *CRC Handbook of Marine Mammal Medicine: Health, Disease and Rehabilitation*. Edited by: Dierauf, L., 287-290. *CRC Press*, Boca Ratón, Florida, 1990.
- <sup>12</sup> Ling, J.K.: The integument of Marine Mammals. In: *Functional Anatomy of Marine Mammals*. Edited by: Hannon, R.J. *Academic Press*, London, 1974.

- <sup>13</sup> Dierauf, L.A., and Gage, L.J.: Gross necropsy of Cetaceans and Pinnipeds. In: CRC Handbook of Marine Mammal Medicine: Health, Disease and Rehabilitation. Edited by: Dierauf, L., 285-286. CRC Press, Boca Ratón, Florida, 1990.
- <sup>14</sup> Geraci, J.R.: Marine Mammals (Cetacea, Sirenia and Pinnipedia). In: Zoo and Wild Animal Medicine. 2<sup>nd</sup> edition. WB Saunders Company, Colorado, 1986.
- <sup>15</sup> Sweeney, J.C. and Gilmartin W.G.: Survey of diseases in free-living California sea lions. *J. Wild. Dis.*, 10: 370-376 (1974).
- <sup>16</sup> Haebler, R. and Moeller, R.B.: Pathobiology of selected Marine Mammal Diseases. In: Pathobiology of Marine and Estuarine Organisms. Edited by: Couch, J.A. and Fournce, J.W., 217-244. *Advances in Fisheries Sciences*, London, 1988.
- <sup>17</sup> Dunn, L.: Bacterial and mycotic diseases of Cetaceans and Pinnipeds. In: CRC Handbook of Marine Mammal Medicine. Edited by: Dierauf, L., 73-88. CRC Press, Boca Ratón, Florida, 1990.
- <sup>18</sup> Howard, E.D., Britt, J.O., Matsumoto, G.K., Hahara, R. and Nagano, C.N.: Bacterial Diseases. In: Pathobiology of Marine Mammal Diseases. Edited by: Howard, E.B., 69-89. CRC Press, Boca Ratón, Florida, 1983.
- <sup>19</sup> Carter, G.R.: Bacteriología y Micología Veterinarias, Aspectos esenciales. *El Manual Moderno*, México, 1985.
- <sup>20</sup> Stroud, R.K., and Roffe T.J.: Causes of death in marine mammals stranded along the Oregon coast. *J. Wild. Dis.*, 15: 91-97 (1979).
- <sup>21</sup> Schroeder, R.J., Quadri, D., Mc Intyre, R.W., and Walker W.A.: Marine Mammal Disease Surveillance Program in Los Angeles County. *J. A. V. M. A.*, 163: 580-581 (1973).
- <sup>22</sup> Smith, A.W., Prato, C.M., Gilmartin, W.G., Brown, R.J., and Keyes, M.C.: A Preliminary report on potentially pathogenic microbiological agents recently isolated from pinnipeds. *J. Wild. Dis.*, 10: 54-59 (1974).
- <sup>23</sup> Vedros, N.A., Smith, A.W., Schonewald, J., Migaki, G., and Hubbard, R.: *Leptospira* epizootic among California sea lions. *Science* 172: 1250-1251 (1971).
- <sup>24</sup> Godínez, R.C., Zelaya, R.B., Aurióles, G.D., Verdugo, R.A., Rodríguez R.E.A., and De la Peña, M.A.: Antibodies against *Leptospira interrogans* in California sea lion pups from seven islands of the Gulf of California, México. *J. Wild. Dis.*, 35: 108-111 (1999).
- <sup>25</sup> Gerber, J.A., Roletto, J., Morgan, L.E., Smith, D.M. and Gage, L.J.: Findings in pinnipeds stranded along the Central and Northern California Coast, 1984-1990. *J. Wild. Dis.*, 29: 425-433 (1993).

- <sup>26</sup> Prescott, J.F. and Zuerner, R.L.: *Leptospira*. In: Pathogenesis of Bacterial infections in animals. 2<sup>nd</sup> edition. Edited by: Gylen, C.L. and Thoen, C., 287-296. *Iowa State University Press*, Iowa, 1993.
- <sup>27</sup> Hansen, L.E.: Pathogenesis of *Leptospira*. In: *Biology of parasitic spirochetes*. Edited by: Johnson, R.C., 54-58. *Academic Press*, New York, 1976.
- <sup>28</sup> Gulland, F.M.D., Koski, M., Lowenstine, L.J., Colagross, A., Morgan, L., and Spraker, T.: Leptospirosis in California sea lions stranded along the central California coast, 1981-1994. *J. Wild. Dis.*, 33: 372-380 (1997).
- <sup>29</sup> Dierauf, L.A., Vanderbroek, D.J., Roletto, J., Koski, M., Amaya, L. and Gage, L.J.: An epizootic of leptospirosis in California sea lions. *J. A. V. M. A.*, 187:1145-1148 (1985).
- <sup>30</sup> Sweeney, J.C.: Common Diseases of Pinnipeds. *J. A. V. M. A.*, 165: 805-810 (1974).
- <sup>31</sup> Sweeney, J.C.: Infectious diseases in Marine Mammals. In: *Zoo and Wild Animals Medicine*. Edited by: Fowler, M. E., *W.B. Saunders*, Philadelphia, 1978.
- <sup>32</sup> Kennedy-Stoskopf, S., Stoskopf, M.K., Eckhous, N.A., and Strandberg, J.D.: Isolation of a retrovirus and a herpesvirus from a California sea lion. *J. Wild. Dis.*, 22: 156 (1986).
- <sup>33</sup> Geraci, J.R., Sauer, R.M., and Medway, W.: Erysipelosis in dolphins. *Am. J. Vet. Res.*, 27: 597 (1966).
- <sup>34</sup> Laukner, G.: Diseases of Mammalia: Pinnipedia. In: *Diseases of Aquatic Animals*. Edited by: Kinne, O., 654-681. *Biologische Anstalt*, Hamburg, 1985.
- <sup>35</sup> Gilmartin, W.G., Vainik, P.M., Neil, V.M.: Salmonella in feral pinnipeds of the southern California coast. *J. Wild. Dis.*, 15: 511-514 (1979).
- <sup>36</sup> Williams, B.M., Richards, D.W., Lewis, J.: *Salmonella* infection in the Herring gull (*Lans argentatus*). *Vet. Res.*, 98: 51 (1975).
- <sup>37</sup> Buxton, A.: *Salmonellosis in animals*. *Farnham Royal*, England, 1975.
- <sup>38</sup> Mohanty, S.B. and Dutta, S.K.: *Virología Veterinaria. Nueva Editorial Interamericana*, México, 1983.
- <sup>39</sup> Smith, A.W., Akers, T.J., Madin, S.W., and Vedros, N.A.: San Miguel sea lion virus isolation. Preliminary characterization and relationship to Vesicular Exanthema in Swine virus. *Nature*, 24: 108 (1973).
- <sup>40</sup> Kennedy-Stoskopf, S.: Viral Diseases in Marine Mammals. In *CRC Handbook of Marine Mammal Medicine: Health, Disease and Rehabilitation*. Edited by: Dierauf, L., 97-114. *CRC Press*. Boca Raton, Florida, 1990.
- <sup>41</sup> Britt, J.O. and Howard, E.R.: Virus Diseases. In: *Pathobiology of Marine Mammals*. Edited by: Howard, E.B., 46-67. *CRC Press*, Boca Raton, Florida, 1983.

- <sup>42</sup> Wilson, T.M., Boothe, A.D., and Cheville, N.F.: Sealpox field survey. *J. Wild. Dis.*, 8: 158-160 (1972).
- <sup>43</sup> Tripathy, D.N., Hanson, L.E. and Crandell, R.A.: Poxviruses of Veterinary importance; diagnosis of infections. In: *Comparative diagnosis of viral diseases*. Edited by: Kurstak, E and Kurstak, C. 110-116. *Academic Press*, New York, 1981
- <sup>44</sup> Sweeney, J.C., Migaki, G., Vainik, K.P.M., and Conklin, R.H.: Systemic mycoses in Marine Mammals. *J. A. V. M. A.*, 169: 946 (1976).
- <sup>45</sup> Medway, W.: Some bacterial and mycotic diseases of Marine Mammals. *J. A. V. M. A.*, 117: 831-834 (1980).
- <sup>46</sup> Dierauf, L.A. Marine Mammal Parasitology. In: *CRC Handbook of Marine Mammal Medicine: Health, Disease and Rehabilitation*. Edited by: Dierauf, L., 89-96. *CRC Press*, Boca Ratón, Florida, 1990.
- <sup>47</sup> Howard, E.B., Britt, J.O. and Matsumoto, G.K.: Parasitic diseases. In: *Pathobiology of Marine mammal Disease*. Edited by: Howard, E.B., 112-123. *CRC Press*, Boca Ratón, Florida, 1983.
- <sup>48</sup> Auriolles, G.D., De Anda H. and De Anda, K.: Timing and causes of mortality of California sea lion pups stranded at Orange County, CA. 1982-1986. *Rev. Inv. Cient. UABCS*. Num. Esp. 2 (1988).
- <sup>49</sup> Alarcón-González, C., Auriolles-Gamboa, D. y Castro-Aguirre, J.L.: Presencia del Nematodo *Contracaecum osculatum* en el hospedero intermediario *Paralichthis californicus* y un hospedero definitivo *Zalophus californianus*. VII Simposio Internacional de Biología Marina. La Paz, BCS., 95-96. 1989.
- <sup>50</sup> Stroud, R.K and Dailey, M.: Parasites and Associated Pathology observed in pinnipeds stranded along the Oregon coast. *J. Wild. Dis.*, 14: 292-298 (1978).
- <sup>51</sup> Migaki G., Allen, J.F. and Carey, H.W.: Toxoplasmosis in a California sea lion (*Zalophus californianus*). *Am. J. Vet. Res.*, 38: 135-136 (1971).
- <sup>52</sup> Geraci, J.R. and St. Aubin, D.J.: Effects of parasites on marine mammals. *Int. J. Paras.*, 17: 189-206 (1987).
- <sup>53</sup> Holden, A. V.: The accumulation of oceanic contaminants in marine mammals. *Rapp. P-v. Réunion. Const. int. Explor. Mer.* 169: 353-361 (1975).
- <sup>54</sup> Britt, J. O. and Howard, E.B.: Tissue residues of selected environmental contaminants in marine mammals. In: *Pathobiology of Marine Mammal Diseases*. Edited by: Howard, E.B., 133-139. *CRC Press*, Boca Ratón, Florida, 1983.
- <sup>55</sup> Reijnders, P.J.H.: Reproductive failure in common seals feeding on fish from polluted coastal waters. *Nature* 326: 456-458 (1986).

- <sup>56</sup> Skoch, E.J. Heavy metals in marine mammals: Presence and Analytical Methods. In: CRC Handbook of Marine Mammal Medicine: Health, Disease and Rehabilitation. Edited by: Dierauf, L., 127-138. CRC Press, Boca Ratón, Florida, 1990.
- <sup>57</sup> Nunn, J.W., Livingstone, D.R. and Chipman, R.K.: Effect of genetic toxicants in aquatic organisms. In: Toxicology of aquatic pollution: Physiological, molecular and cellular approaches. Edited by: Taylor, E.W., 225-251. Cambridge University Press, U K, 1996.
- <sup>58</sup> Vidal, O and Gallo-Reynoso, J.P.: Die offs of marine mammals and sea birds in the Gulf of California, Mexico. *Mar. Mamm. Sci.*, 12: 627-635 (1996).
- <sup>59</sup> Dierauf, L.A.: Pinniped forensic, necropsy and tissue collection guide. Edited by U.S. Department of Commerce. *NOAA National Marine Fisheries Service*, New York, 1994.
- <sup>60</sup> Dieter, R.L.: Recovery and Necropsy of marine mammal carcasses in and near Point Reyes National Seashore. Marine Mammal Strandings in the United States. *Proceedings of the Second Marine Mammal Stranding Workshop*. Miami, Florida, December 3-5, 1987.
- <sup>61</sup> Moutou, F.: Causes de mortalité des mammifères marins échoués: protocoles d'autopsies. *Bull. Inf. Path. Anim. Sauv.*, 10: 37-45 (1994).
- <sup>62</sup> Auriol-Gamboa, D. y Zavala-González, A.: Algunos factores que determinan la distribución y abundancia del lobo marino, *Zalophus californianus*, en el Golfo de California. *Cienc. Mar.*, 20: 535-553 (1994).
- <sup>63</sup> Oates, D.: Time of death. In: Wildlife forensic field manual. Edited by: Adrina W.J., 82-111. *Association of Midwest Fish and Game Law Enforcement Officers, Colorado Division of Wildlife*, Fort Collins, Colorado, 1992.
- <sup>64</sup> Wobeser, G.: Forensic (Medico-legal) necropsy of Wildlife. *J. Wild. Dis.*, 32: 240-249 (1996).
- <sup>65</sup> Buck, C.D. and Schroeder, J.P.: Public Health Significance of Marine Mammal Diseases. In: CRC Handbook of Marine Mammal Medicine: Health, Disease and Rehabilitation. Edited by: Dierauf, L., 163-174. CRC Press, Boca Ratón, Florida, 1990.
- <sup>66</sup> Aluja, A.A.: Necropsias en Animales Domésticos. *Compañía Editorial Continental*, México, 1986.
- <sup>67</sup> Alvarez Borrego, S.: Gulf of California in: *Ecosystems of the World*. Edited by: Ketchum, B.H., 427-429. *Elsevier Scientific Publishing*. London, 1983.
- <sup>68</sup> Diario Oficial de la Federación. *Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca*, México, Abril, 1994.
- <sup>69</sup> Auriol-Gamboa D, Le Boeuf B., Findley L. Registro de pinnípedos poco comunes para el Golfo de California. *Rev. Inv. Cient. S.O.M.M.M.E.M.A.*, 1: 13-15 (1993).
- <sup>70</sup> Munson, L.: Future Directions for Zoological Pathology. *J. Zoo Wild. Med.*, 21: 385-390 (1990).

- <sup>71</sup> Wobeser, G.: Forensic (Medico-legal) necropsy of Willife. *J. Wild. Dis.*, 32: 240-249 (1996).
- <sup>72</sup> Jones, T.C. and Hunt, R.D.: *Veterinary Pathology. Lea and Febiger*, Philadelphia, 1983.
- <sup>73</sup> Bourillón, M.L., Cantú, B.A., Eccardi, A.F., Lira, F.E., Ramirez, R.J., Velarde, G.E. y Zavala G.A.: Las Islas del Golfo de California. 1ª. Edición. Coedición de la Secretaría de Gobernación/Universidad Nacional Autónoma de México. *Talleres Gráficos de la Nación*, México, 1988.
- <sup>74</sup> Aurióles-Gamboa D. And F. Sinsel. Mortality of California sea lion pups at Los Islotes, Baja California Sur, México. *J. Mamm.*, 69: 180-183 (1983).
- <sup>75</sup> Tanabe, S and Tatsukawa, R.: Chemical modernization and vulnerability of cetaceans: increasing toxic threat of organochlorine contaminants. In: *Pollutants in Marine Ecosystems*. Edited by: Walker C.H. and Livingstone D.R., 186-192. *Pergamon Press*, USA, 1992.
- <sup>76</sup> Bossart, G.D., Walsh, M.T., Odell, D.K., Lynch, J.D., Belisse, D.O., Friday, R. and Young, W.G.: Histopathologic findings of a Mass stranding of Pilot whales (*Globicephala macrorhynchus*). *NOAA Technical Report NMSF:98*. Marine Mammal Strandings, California, 1992.
- <sup>77</sup> Bossart, G.D.: Suspected acquired immunodeficiency in an Atlantic Bottlenosed dolphin with cronic-active hepatitis and lobomycosis. *J. A. V. M. A.*, 185: 1413-1414 (1984).
- <sup>78</sup> Robbins, S.L., Cotran, R.S. and Kumar, V.: *Pathologic basis of Disease: Saunders*, Philadelphia, 1979.
- <sup>79</sup> Spraker, T.R., Lowry, L.F. and Frost, K.J.: Gross necropsy and histopathologic lesions found in the Harbor seal. *Marine Mammals and the Exxon Valdez. Academic Press*, Florida, 1994.
- <sup>80</sup> Jubb, K.V.F., Kennedy, P. and Palmer, N.: *Pathology of domestic animals. Academic Press*, Florida, 1985.
- <sup>81</sup> Gulland, F.M.D., Beckmen, K., Burek, K., Lowenstine, L., Werner, L., Spraker, T., Dailey, M. and Harris, E.: Nematode (*Otostrongylus circumlitus*) infestation of the Northern Elephant seal (*Mirounga angustirostris*) stranded along the Central California Coast. *Mar. Mamm. Sci.*, 13: 446-459 (1997).
- <sup>82</sup> Eguía, M.P.: Causas de Mortalidad en crias de lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*). Estudio realizado en la Isla Granito, Golfo de California, México. Trabajo final de la Práctica Profesional Supervisada en la modalidad de Fauna Silvestre. *Fac. Med. Vet. Zoot.*, México, 1995.
- <sup>83</sup> Keyes, M.C.: Pathology of the Northern Fur Seal. *J. A. V. M. A.*, 147: 10 (1965).
- <sup>84</sup> Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). Mortandad de mamíferos y aves marinas en el alto Golfo de California: Reporte preliminar. *Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca*. México, 1995.

<sup>85</sup> Livingstone, D.R. Organic xenobiotic metabolism in marine invertebrates. In: Advances in comparative and environmental physiology. Edited by: Gilles, R., 45.185. *Springer Verlag*, Berlin, Germany, 1991.

<sup>86</sup> Nunn, J.W., Livingstone, D.R. and Chipman, R.K.: Effect of genetic toxicants in aquatic organisms. In: Toxicology of aquatic pollution. Physiological, molecular and cellular approaches. Edited by: Taylor, E.W., 225-251. *Cambridge University Press*, UK, 1996.