



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS**



**CAUSAS DE MORTALIDAD EN NEONATOS DE  
LOBO FINO DE GUADALUPE *Arctocephalus  
townsendi* EN ISLA GUADALUPE, B. C.,  
MÉXICO: TEMPORADA REPRODUCTIVA 2013  
y 2014**

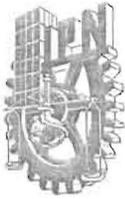
**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS  
EN  
MANEJO DE RECURSOS MARINOS

PRESENTA

PRISCILLA CASANDRA GUTIÉRREZ GÁLVEZ

LA PAZ, B.C.S., JUNIO DE 2015



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**  
**ACTA DE REVISIÓN DE TESIS**

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 30 del mes de Abril del 2015 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis titulada:

"CAUSAS DE MORTALIDAD EN NEONATOS DE LOBO FINO DE GUADALUPE  
*Arctocephalus townsendi* EN ISLA GUADALUPE, B. C., MÉXICO: TEMPORADA REPRODUCTIVA 2013 Y 2014"

Presentada por el alumno:

GUTIÉRREZ                      GÁLVEZ                      PRISCILLA CASANDRA  
Apellido paterno                      materno                      nombre(s)  
Con registro: 

A	1	3	0	3	7	6
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA DEFENSA DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

**LA COMISION REVISORA**

Director(a) de Tesis

DR. FERNANDO RICARDO ELORRIAGA VERPLANCKEN

DRA. DIANE GHENDRON LANIER

DRA. CLAUDIA JANETL HERNÁNDEZ CAMACHO

DR. SERGIO FRANCISCO MARTÍNEZ DÍAZ

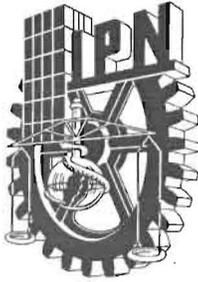
DRA. WENDI DIANNE ROE

**PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES**

DRA. MARÍA MARGARITA CASAS VALDEZ



**IPN**  
**CICIMAR**  
**DIRECCION**



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESIÓN DE DERECHOS**

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 19 del mes Mayo del año 2015  
el (la) que suscribe MVZ. PRISCILLA CASANDRA GUTIÉRREZ GÁLVEZ alumno(a) del  
Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS  
con número de registro A130376 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS  
manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:  
DR. FERNANDO RICARDO ELORRIAGA VERPLANCKEN

y cede los derechos del trabajo titulado:

"CAUSAS DE MORTALIDAD EN NEONATOS DE LOBO FINO DE GUADALUPE *Arctocephalus townsendi*  
EN ISLA GUADALUPE, B.C., MÉXICO: TEMPORADA REPRODUCTIVA 2013 Y 2014"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Éste, puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: kasandragalvez@hotmail.com - elofe7@gmail.com

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

MVZ. PRISCILLA CASANDRA GUTIÉRREZ GÁLVEZ

*nombre y firma*



Casandra Gálvez

*“ ¡Una madre sin igual, incomparable en belleza, vida y enseñanzas, como tú ninguna Lupita! ”.*

Neonato de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*).  
Isla Guadalupe, B.C., Punta Sur. Julio del 2014

## AGRADECIMIENTOS

Al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) y al Instituto Politécnico Nacional (IPN) por permitirme ser parte de una de las mejores comunidades académicas a nivel nacional e internacional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y al Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI) por los apoyos económicos otorgados.

Al proyecto “Estudio poblacional y de ecología trófica del lobo fino de Guadalupe, *Arctocephalus townsendi*: Análisis de un especie amenazada en proceso de recolonización”. CONVOCATORIA CONACYT CIENCIA BÁSICA 2012 del Dr. Fernando Elorriaga Verplancken.

A la Secretaría de Marina (SEMAR) de la Segunda Zona Naval de Ensenada, B.C., por su apoyo en el transporte y en la permanencia en Isla Guadalupe, B. C., México. Sin su apoyo no hubiera sido posible el desarrollo de este trabajo.

A la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Especialmente a la dirección de la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe, por permitirnos el acceso y el desarrollo del trabajo en campo. Sin su autorización este estudio no hubiera sido posible. Gracias.

De manera muy especial al Dr. Fernando Elorriaga Verplancken por confiar en mí, por ser parte de este sueño y logro profesional. Sin duda alguna eres una inspiración para jóvenes estudiantes con ganas de superación. Gracias por ser el motor de este trabajo.

Al Dr. Sergio Martínez por todos los cuestionamientos, sugerencias, ideas y por abrirme las puertas del Laboratorio de Microbiología. Gracias por el apoyo de su magnífico equipo de trabajo.

A la Dra. Claudia Hernández Camacho, cuyos conocimientos fueron cruciales para el desarrollo de este trabajo, por motivarme y estar siempre en la disponibilidad de enseñarme y orientarme.

A la Dra. Diane Gendron, cuyas observaciones y cuestionamientos mejoraron la razón de este trabajo. Gracias.

A la Dra. Wendy Roe por el apoyo y respaldo de este trabajo. Definitivamente un sueño colaborar con una mujer de logros incomparables dentro de la patología de mamíferos marinos. Una inspiración para los médicos veterinarios.

Al departamento de Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. En particular al M.C. Larisa Chávez y Dr. Lezama. Docentes de conocimientos incalculables dentro de la Patología Veterinaria Nacional. Gracias por hacer de la patología un divertido placer.

Al Laboratorio de Microbiología Agropecuaria de la Universidad Autónoma de México, campus Xóchimilco. Al Dr. Daniel Ramírez y a su excelente equipo de trabajo.

Al Biol. Irvin López, Biol. Mar. Miguel Rodríguez y Ocea. Ariadna Juárez, por ayudarme durante el trabajo en campo. Sin su apoyo hubiera sido imposible obtener estos resultados.

A los pescadores de la Cooperativa pesquera "Abuloneros y Langosteros de Isla Guadalupe" por apoyarme en transporte, alimento y amistad durante mi estancia.

A mi madre y padre Leticia Gálvez, por estar a mi lado y ser la razón de todos de mis logros. A mi hermana y sobrinos, por su cariño.

A mis amigos de todas partes, viejos, nuevos y pasados. Gracias por motivarme y por siempre estar. Priscila, por ser una persona a quien admiro profundamente, por tus logros y tu lucha de superación. Irlanda, por ser un ser

humano incalculable, lleno de amor. A Susana y Daniela, por ser parte de este sueño en común, que nuestra pasión nos llegue de alegrías y logros. A Juan Carlos, por apoyarme en los aspectos estadísticos de este trabajo, gracias por estar. Andrea, que nuestra dedicación y esfuerzo rinda frutos. Vanesa, mi amiga y mi mentora de licenciatura, te quiero y admiro. Syl, por tu honestidad, transparencia y cariño, te quiero.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABLAS.....	xii
GLOSARIO.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
I.    INTRODUCCIÓN.....	1
II.   ANTECEDENTES.....	3
1.  Reportes de mortalidad en otáridos.....	3
2.  Causas de mortalidad en neonatos de otáridos.....	4
2.1 Naturales.....	4
2.1.1 Infeccioso.....	4
a) Bacterias.....	5
b) Virus.....	6
c) Parásitos.....	7
2.1.2 No infeccioso.....	7
a) Trauma.....	8
b) Inanición.....	9
c) Asfixia por inmersión (ahogamiento).....	10
d) Mortalidad fetal y perinatal; anomalías congénitas.....	11
3.  Tasa de mortalidad neonatal en otáridos.....	12
4.  Ecología, biología y reportes de mortalidad en lobo fino de Guadalupe.....	13
III.  JUSTIFICACIÓN.....	15
IV.  HIPÓTESIS.....	15
V.   OBJETIVOS.....	16
VI.  MATERIAL Y MÉTODOS.....	17
a) Área de estudio.....	17
b) Método.....	18
1. Morfometría y peso en neonatos vivos.....	18
Temporada reproductiva 2013.....	18

Temporada reproductiva 2014.....	19
2. Virología en neonatos vivos.....	20
Temporada reproductiva 2013.....	20
3. Morfometría y peso en neonatos muertos.....	21
Temporada reproductiva 2013 y 2014.....	21
4. Patología.....	22
a) Análisis macroscópico.....	23
Temporada reproductiva 2013 y 2014.....	23
b) Análisis microscópico.....	24
Temporada reproductiva 2013.....	24
c) Análisis virológico.....	24
Temporada reproductiva 2013.....	24
VII. RESULTADOS.....	27
1. Morfometría y peso.....	27
a) Neonatos vivos.....	27
Temporada reproductiva 2013.....	27
Temporada reproductiva 2014.....	28
b) Neonatos muertos.....	37
Temporada reproductiva 2013.....	37
Temporada reproductiva 2014.....	38
2. Patología.....	40
a) Análisis macroscópico.....	40
Temporada reproductiva 2013.....	40
Temporada reproductiva 2014.....	44
b) Análisis microscópico.....	47
Temporada reproductiva 2013.....	47
c) Análisis virológico.....	49
Temporada reproductiva 2013.....	49
d) Análisis parasitológico.....	50
Temporada reproductiva 2013 y 2014.....	50

VIII. DISCUSION.....	51
1. Morfometría y tasa de crecimiento neonatal.....	51
2. Mortalidad neonatal.....	57
2.1 Tasa de mortalidad.....	57
2.2 Causas de mortalidad.....	58
IX. CONCLUSIONES.....	65
X. RECOMENDACIONES.....	66
XI BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	68
ANEXOS.....	87

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Isla Guadalupe, Baja California, México. En puntos rojos se muestran las áreas donde se realizaron los muestreos correspondientes a 2013 (Punta Sur y Las Casitas) y 2014 (Punta Sur).....	17
<b>Figura 2.</b> Neonato de lobo fino de Guadalupe ( <i>A. townsendi</i> ) con clave de identificación.....	20
<b>Figura 3.</b> Toma de muestras biológicas nasales (izq) y rectales (der) en neonato de lobo fino de Guadalupe ( <i>A. townsendi</i> ). Temporada reproductiva 2013.....	21
<b>Figura 4.</b> Pruebas diagnósticas para antígenos de distemper canino (CDV) y del antígeno del parvovirus canino (CPV).....	21
<b>Figura 5.</b> Cadáver de neonato de lobo fino de Guadalupe ( <i>A. townsendi</i> ) (izq) en la localidad de Punta Sur, Isla Guadalupe. El neonato presentaba cordón umbilical, restos de placenta y sangre en su pelaje (der). Una hembra adulta se localizaba a 2 m del cadáver.....	21
<b>Figura 6.</b> Necropsia y toma de medidas de neonatos de lobo fino de Guadalupe ( <i>A. townsendi</i> ) en instalaciones de la Armada Marina de México en Punta Sur, Isla Guadalupe. Temporada reproductiva 2013.....	22
<b>Figura 7.</b> Inspección interna de la cavidad torácica (izq) y abdominal (der) de neonato de lobo fino de Guadalupe ( <i>A. townsendi</i> ) en Isla Guadalupe, Temporada reproductiva 2013.....	23
<b>Figura 8.</b> Selección y corte de tejido pulmonar e intestinal fijados en formol al 10%.....	25
<b>Figura 9.</b> Tubos tipo Falcón con PBS en agitación constante para la remoción de formol de tejidos.....	25

<b>Figura 10.</b> Ganancia y pérdida de peso (gr) promedio de neonatos de lobo fino de Guadalupe ( <i>A. townsendi</i> ) a los primeros 15 días (A) (N=184), 30 días (B) (N=174) y 43 días (C) N=152) capturados durante la temporada reproductiva 2014.....	34
<b>Figura 11.</b> Prueba de significancia de r <sup>2</sup> . Relación peso (kg) y longitud (cm) estándar entre sexos de neonatos lobo fino de Guadalupe ( <i>A. townsendi</i> ) durante la temporada reproductiva 2014.....	35
<b>Figura 12.</b> Relación entre peso (kg) y longitud estándar (cm) de neonatos de lobo fino de Guadalupe ( <i>A. townsendi</i> ) en ambos sexos durante la temporada reproductiva 2014.....	36
<b>Figura 13.</b> Variaciones en el peso (kg) promedio de los neonatos vivos y muertos de lobo fino de Guadalupe ( <i>A. townsendi</i> ) durante la temporada reproductiva 2013.....	37
<b>Figura 14.</b> Variaciones en la longitud estándar (cm) promedio de los neonatos vivos y muertos de lobo fino de Guadalupe ( <i>A. townsendi</i> ) durante la temporada reproductiva 2013.....	38
<b>Figura 15.</b> Variaciones en el peso (kg) promedio de los neonatos vivos y muertos de lobo fino de Guadalupe ( <i>A. townsendi</i> ) durante la temporada reproductiva 2014.....	39
<b>Figura 16.</b> Variaciones en la longitud estándar (cm) promedio de los neonatos vivos y muertos de lobo fino de Guadalupe ( <i>A. townsendi</i> ) durante la temporada reproductiva 2014.....	39
<b>Figura 17.</b> Causas de mortalidad neonatal de lobo fino de Guadalupe ( <i>A. townsendi</i> ) correspondiente a la temporada reproductiva 2013 y 2014.....	40
<b>Figura 18.</b> Traumas frecuentes en neonatos de lobo fino de Guadalupe ( <i>A. townsendi</i> ). (a) Fractura radial de la caja craneana. (b) Hematoma subaracnoideo. (c) Hemoperitoneo por rotura hepática lobular. (d) Rotura	

hepática lobular. Temporada reproductiva 2013.....	42
<b>Figura 19.</b> Cuadros de inanición e infección en neonatos de lobo fino de Guadalupe ( <i>A. townsendi</i> ). (a) Inanición severa. Ausencia de tejido adiposo. (b) Presencia (izq) y ausencia (der) de grasa perirrenal. (c) disminución del volumen hepático por inanición (izq) e hígado de tamaño normal y congestionado (der) (d) Peritonitis. Depósitos fibrinoides en peritoneo. Temporada reproductiva 2013.....	43
<b>Figura 20.</b> Trauma y ahogamiento en neonatos de lobo fino de Guadalupe ( <i>A. townsendi</i> ). (a) Abultamiento submandibular. (b) Hematoma, edema y desgarre del músculo esternocéfálico. (c) Laringe. Fractura del cartílago aritenoides y desgarre y hematoma del músculo aritenoides. (d) Enfisema subcutáneo generalizado. (e) Pulmón. Izq. (a). Edema pulmonar grave, rotura septal y equimosis (izq). Presencia de material espumoso al corte (der). Temporada reproductiva 2014.....	46
<b>Figura 21.</b> Hallazgos microscópico en tejidos de neonatos de lobo fino de Guadalupe ( <i>A. townsendi</i> ). (a) Intestino delgado. Tinción H&E. Serosa intestinal. Hiperplasia de células mesoteliales activas y presencia de células inflamatorias de origen linfoide, macrófagos y pocos neutrófilos. (b) Pulmón. Tinción H&E. Hemorragia subpleural localizada. (c) Estómago. Tinción H&E. Atrofia y congestión generalizada de la mucosa gástrica. (d) Pulmón. Tinción H&E. Neumonía intersticial grave multifocal con hiperplasia del epitelio bronquioalveolar e infiltración de células linfocíticas y macrófagos. (e) Bazo. Tinción H&E. Necrosis y atrofia linfoide multifocal. Temporada reproductiva 2013.....	49

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla I.</b> Principales agentes bacterianos reportados en crías de otáridos como causales de decesos.....	5
<b>Tabla II.</b> Principales agentes virales reportados en crías de otáridos como causales de decesos.....	6
<b>Tabla III.</b> Reportes de <i>Uncinaria</i> sp. en crías de otáridos causales de decesos.....	7
<b>Tabla IV.</b> Promedio mensual ( $\pm$ desviación estándar) de peso (kg) y longitud estándar (cm) en neonatos de lobo fino de Guadalupe ( <i>Arctocephalus townsendi</i> ) durante la temporada reproductiva 2013.....	28
<b>Tabla V.</b> Promedio ( $\pm$ desviación estándar) de la tasa de crecimiento por día en neonatos de lobo fino de Guadalupe ( <i>Arctocephalus townsendi</i> ) durante la temporada reproductiva 2013 y 2014.....	28
<b>Tabla VI.</b> Promedio ( $\pm$ desviación estándar) mensual del peso (kg) y longitud estándar (cm) en neonatos de lobo fino de Guadalupe ( <i>Arctocephalus townsendi</i> ) durante la temporada reproductiva 2014.....	29
<b>Tabla VII.</b> Promedio mensual ( $\pm$ desviación estándar) de peso (kg) y longitud estándar (cm) en neonatos de lobo fino de Guadalupe ( <i>Arctocephalus townsendi</i> ) durante la temporada reproductiva 2014.....	29
<b>Tabla VIII.</b> Tasa de crecimiento promedio mensual ( $\pm$ desviación estándar) en neonatos de lobo fino de Guadalupe ( <i>Arctocephalus townsendi</i> ) durante la temporada reproductiva 2014.....	30
<b>Tabla IV.</b> Tasa de crecimiento promedio mensual ( $\pm$ desviación estándar) en neonatos de lobo fino de Guadalupe ( <i>Arctocephalus townsendi</i> ) durante la temporada reproductiva 2014.....	31
<b>Tabla X.</b> Tasa de pérdida de peso mensual y longitud estándar promedio ( $\pm$ desviación estándar) entre sexos en neonatos de lobo fino de Guadalupe ( <i>Arctocephalus townsendi</i> ) durante la temporada	

reproductiva 2014.....	32
<b>Tabla XI.</b> Tasa de pérdida de peso mensual y longitud promedio ( $\pm$ desviación estándar) en neonatos de lobo fino de Guadalupe ( <i>Arctocephalus townsendi</i> ) durante la temporada reproductiva 2014.....	32
<b>Tabla XII.</b> Resultados del análisis de la covarianza (ANCOVA).....	36

## GLOSARIO

**Anatomopatología.** Rama de la patología que se encarga de las técnicas morfológicas de los tejidos que explican las causas, desarrollo y consecuencias de las enfermedades.

**Antígeno.** Molécula capaz de producir una respuesta del sistema inmune adaptativo mediante la activación de linfocitos.

**Asfixia por inmersión.** Muerte por sofocación posterior a inmersión en líquidos.

**Dimorfismo sexual.** Diferencia de formas, coloración y tamaños entre machos y hembras de una misma especie.

**Distocia.** Parto en el que de manera anormal o patológica la hembra es incapaz de expulsar al feto a través del canal del parto.

**Enfermedad.** Alteración estructural o funcional que afecta negativamente al estado de bienestar. Su origen es infeccioso, físico, degenerativo o químico.

**Hacinamiento.** Aglomeración o acumulación de individuos o de animales en un determinado espacio. El número de individuos es superior a la capacidad del espacio.

**Histopatología.** Rama de la patología que se encarga del estudio microscópico de la estructura tisular y celular en situación patológica para revelar cambios anormales o adversos.

**Inanición.** Estado de extrema debilidad y desnutrición de origen multifactorial resultado de la suspensión parcial o total de la ingesta energética.

**Longitud estándar.** Distancia entre dos puntos en el espacio. En otáridos se considera desde la punta de la nariz de un individuo hasta la punta de su cola.

**Mortalidad perinatal.** Muerte de la cría posterior al nacimiento o durante las primeras 24 horas de vida.

**Necropsia.** Procedimiento científico encaminado a la revisión interna y externa del cadáver con el objeto de establecer la posible causa de muerte.

**Neonato.** Periodo transicional de los recién nacidos a la vida extrauterina. En humanos se considera entre el día 27 al 28 de haber nacido. En otáridos se extiende hasta los 3 meses de edad.

**Neumonía.** Inflamación del tejido pulmonar por un origen infeccioso (bacterias, virus o parásitos).

**Neumonía intersticial linfocitaria.** Alteración estructural del intersticio (tejido que rodea a los alveolos), donde este tejido se vuelve rígido o cicatrizado y se caracteriza por un infiltrado de tipo linfocítico.

**Patología.** Estudio de la respuesta estructural y funcional de las células y tejidos. Esta actúa como la conexión entre las ciencias básicas y la práctica clínica.

**Peritonitis.** Inflamación de la membrana serosa que recubre parte de la cavidad abdominal y las vísceras debido a una infección, a traumatismos o a irritantes químicos como los jugos pancreáticos, intestinales o bilis.

**Poliginia.** Organización social que desarrollan aquellas especies en las que un macho se aparea con varias hembras, sin permitir que otro macho acceda a la misma posibilidad.

**Prematuro.** Recién nacido cuyo parto tiene lugar antes de que se hayan completado los nueve meses de gestación.

**Salud.** Estado de homeostasis producto de la interacción biológica, social y ambiental que determina la capacidad de hacer frente a los cambios.

**Septicemia.** Diseminación sanguínea de grandes y repetidas de bacterias a todo el organismo, con inicio en una infección local. Se desarrolla, generalmente, a partir de un foco infeccioso inicial (p.ej., absceso, infección urinaria o neumonía).

**Tasa de crecimiento.** Incremento del peso o de la longitud por unidad de tiempo.

**Zoonosis.** Enfermedades infecciosas transmisibles de animales no humanos a humanos.

## RESUMEN

A pesar del estado de conservación del lobo fino de Guadalupe, no existen antecedentes sobre sus causas de mortalidad ni estado de salud. Con el objetivo de determinar estos aspectos, durante la temporada reproductiva 2013 y 2014, en Punta Sur, Isla Guadalupe se llevaron a cabo evaluaciones morfométricas en neonatos vivos y muertos para estimar su tasa de crecimiento (TC) y de pérdida (TPP). Se contabilizaron sus cadáveres para estimar la tasa de mortalidad y se practicaron necropsias. Para 2013, se realizó un análisis histopatológico y se obtuvieron hisopados nasales y anales en busca de morbilivirus y parvovirus de neonatos vivos (n=30). Los neonatos vivos presentaron un peso (kg) y longitud estándar (cm) promedio para junio de 2013 ( $5.3 \pm 0.84$  kg y  $67.2 \pm 3.5$  cm; n=30) y 2014 ( $5.2 \pm 0.05$  kg y  $69.1 \pm 3.4$  cm; n=192); julio: 2013 ( $6.7$  kg  $\pm 1.3$  y  $68.6 \pm 4.0$  cm; n=15) y 2014 ( $7.3 \pm 1.7$  kg y  $74.6 \pm 4.40$  cm; n=174) y agosto: 2013 ( $9.6 \pm 2.1$  kg y  $77.6 \pm 4.3$  cm; n=45) y 2014 ( $8.0 \pm 2.0$  kg y  $79.3 \pm 4.2$  cm; n=152); sin diferencias significativas entre sexos. En 2014 fueron significativamente más livianas (agosto) y largas (julio y agosto) respecto al 2013. La mayor TC ( $170.6 \text{gr/día} \pm 115.6 \text{gr/día}$  y  $0.32 \pm 0.23 \text{cm/día}$ ; n=80) y TPP ( $316.0.6 \pm 258.0 \text{gr/día}$  y  $0.10 \pm 0.11 \text{cm/día}$ ; n=54) fue los 43 días. La tasa de mortalidad fue de 5.2% en 2013 (n=52) y de 8.2% en 2014 (n=99). Las causas de muerte en 2013 y 2014 se clasificaron respectivamente en: no determinado: 42.3% (n=22) y 41.4% (n=41); traumas 30% (n=16) y 13.1% (n=13); inanición 23.1% (n=12) y 30.3% (n=30); infecciones: 3.8% (n=2) y 3% (n=3); ahogamiento: 9.1% (n=9) y nacidos muertos: 3% (n=3). A nivel microscópico (n=3) se observó enteritis y peritonitis linfocitaria grave y neumonía broncointersticial. Las infecciones y muertes por Distemper y Parvovirus canino resultaron negativas. La TPP podría indicar diferencias metabólicas, en el uso y composición del cuerpo entre sexos y la LT a la variabilidad genética de la especie. Los traumatismos, podrían asociarse a la limitación locomotora al nacimiento, topografía, hacinamiento y a la conducta agresiva de los machos. El incremento de los cuadros de inanición podría vincularse a la falta de atención materna debido a una alteración en los viajes de alimentación, probablemente relacionada con el incremento anómalo de temperatura observado durante 2014.

## ABSTRACT

Despite the conservation status of the Guadalupe fur seal, there is no information on the causes of mortality and health. In order to determine these issues, during the 2013 and 2014 breeding season, in Punta Sur, Isla Guadalupe morphometric evaluations conducted on live and deaths neonates to estimate its growth rate (TC) and loss (TPP). Their bodies were counted to estimate the mortality rate and necropsies were executed. For 2013, a histopathological analysis was performed and nasal (morbillivirus) and anal (parvovirus) swabs of live neonates (n = 30) were obtained. Live neonates had a weight (kg) and standard length (cm) by June 2013 ( $5.3 \pm 0.84$  kg and  $67.2 \pm 3.5$  cm; n = 30) and 2014 ( $5.2 \pm 0.05$  kg and  $69.1 \pm 3.4$  cm; n = 192); July: 2013 ( $6.7$  kg  $\pm 1.3$  and  $68.6 \pm 4.0$  cm; n = 15) and 2014 ( $7.3 \pm 1.7$  kg and  $74.6 \pm 4.40$  cm; n = 174) and August 2013 ( $9.6 \pm 2.1$  kg and  $77.6 \pm 4.3$  cm; n = 45) and 2014 ( $8.0 \pm 2.0$  kg and  $79.3 \pm 4.2$  cm; n = 152); without significant differences between sexes. In 2014 were significantly lighter (August) and longer (July and August) compared to 2013. Higher TC ( $170.6$ gr / day  $\pm 115.6$ gr / day and  $0.32 \pm 0.23$ cm / day; n = 80) and TPP ( $316.0. 6 \pm 258.0$ gr / day and  $0.10 \pm 0.11$ cm /day; n = 54) were at 43 days. The mortality rate was 5.2% in 2013 (n = 52) and 8.2% in 2014 (n = 99). The causes of death in 2013 and 2014 were classified respectively in: undetermined: 42.3% (n = 22) and 41.4% (n = 41); traumas 30% (n = 16) and 13.1% (n = 13); starvation 23.1% (n = 12) and 30.3% (n = 30); Infections: 3.8% (n = 2) and 3% (n = 3); drowning: 9.1% (n = 9) and stillbirths: 3% (n = 3). Microscopically (n= 3) was observed a severe lymphocytic enteritis, bronchointerstitial pneumonia and peritonitis. Infections and deaths from parvovirus and canine distemper were negative. The TPP may indicate metabolic differences in the use and body composition between sexes and the LT to the genetic variability of the species. Traumas may be associated with birth limitation locomotory, topography, overcrowding and aggressive behavior of males. Increased starvation cases could be linked to lack of maternal care due to a change in their foraging trips, probably related to abnormal temperature increase observed during 2014.

## I. INTRODUCCIÓN

El lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) es la única especie de otárido enlistado en la NOM-059-2010, como en peligro de extinción y en la lista roja de la International Union for Conservation of Nature (IUCN) como casi amenazada (Aurioles y Trillmich, 2008). Al menos 52,000 individuos fueron cazados desde isla San Benito en el Pacífico Mexicano hasta isla Farallon en Estados Unidos, causando que la especie se ubicara al borde de la extinción (Hubbs, 1956). Actualmente, su principal colonia reproductiva se localiza en Isla Guadalupe, península de Baja California, sin embargo el Archipiélago de San Benito es considerado un área en proceso de recolonización (Angell, 2014). Su tamaño poblacional se estima en 15,000-17,000 individuos con una tasa de crecimiento anual de 13.7% (Aurioles y Trillmich, 2008). A pesar de su crecimiento poblacional, se le considera aún en riesgo debido a: 1) que su reproducción ocurre principalmente en una isla (Guadalupe) durante junio hasta mediados de julio, (Pierson, 1987; Gallo-Reynoso, 1994), 2) su baja densidad poblacional (Aureoles y Trillmich, 2008) y a 3) su poca diversidad genética (Weber *et al.*, 2004).

La pérdida de variabilidad genética se ha asociado a una mayor susceptibilidad a enfermedades producto de una menor inmunocompetencia (Acevedo-Whitehouse y Cunningham, 2006; Acevedo-Whitehouse *et al.*, 2003). Debido a lo anterior, la interacción entre el lobo fino de Guadalupe y el humano, fauna doméstica y silvestre (p. e. otros pinnípedos), podría tener consecuencias negativas (Pedersen *et al.*, 2007) debido a la transmisión de patógenos entre especies (Cleveland *et al.*, 2001), y a que pueden actuar como reservorios de patógenos compartidos (Lafferty y Gerber, 2002; Pedersen *et al.*, 2007). Como consecuencia de estas interacciones, hay evidencia de brotes epizooticos en mamíferos marinos, asociados a morbilivirus en foca caspica (*Phoca caspica*) (Kennedy *et al.*, 2000), virus de la influenza A en foca común (*Phoca vitulina*) (Aubin *et al.*, 1983) y bacterias patógenas, como: *Salmonella sp.*, en lobo marino de Nueva Zelanda (*Phocarctos hookeri*) (Fenwick *et al.*, 2004) *Campylobacter sp.*, en lobo marino Sudamericano (*Otaria flavascens*) (Gonzales *et al.*, 2001) y

*Brucella sp.* en lobo fino Australiano (*Arctocephalus pusillus doriferus*) (Lynch *et al.*, 2011). En México, la presencia de fauna exótica invasora en diversas islas de la costa norte del Pacífico ha incrementado (Tershy *et al.*, 2000) e Isla Guadalupe no ha estado exenta, con presencia importante de gatos domésticos (*Felis domesticus*) y perros ferales (*Canis lupus familiaris*) (Ibarrá-Contreras, 1995), cuya abundancia estimada fue de 64 individuos aunque fueron erradicados durante el periodo 2004-2005 (Aguirre *et al.*, 2013). El contacto entre perros ferales y lobos finos de Guadalupe ser una fuente de contagio de microorganismos con alta virulencia y ser una causa probable de mortalidad para este otárido.

Existen otras causas de mortalidad en mamíferos marinos (Read *et al.*, 2006; Harwood y Hall, 1990; Stroud y Roffe, 1979), especialmente durante la etapa neonatal, considerada como una de las más vulnerables. Los neonatos son protegidos por sus madres y dependen de ellas para alimentarse; sin embargo por su tamaño e inexperiencia están expuestos a sufrir accidentes, a ser depredados y a contraer enfermedades debido a que su sistema inmune aún no está bien desarrollado (Castinel *et al.*, 2007; Seguel *et al.*, 2009). A través de la supervivencia de las crías es posible evaluar la salud de una población (Stearns, 1992), siendo los neonatos (0-3 meses de edad) buenos indicadores (Chilvers *et al.*, 2007), ya que su crecimiento están relacionados con la inversión materna y otras características de la madre como su peso, talla (Guinet *et al.*, 2000; Boltnev y York, 2001), experiencia (Lunn *et al.*, 1994) y el ambiente circundante (Georges y Guinet, 2000; Chambellant *et al.*, 2003; Chilvers *et al.*, 2007).

Este tipo de estudios en poblaciones que presentan un estado de conservación vulnerable, es crítico para su manejo (Chilvers *et al.*, 2007). Tal es el caso del lobo fino de Guadalupe, cuyos reportes sobre causas de mortalidad, estado de salud e interacción con pesquerías son escasos (Hanni *et al.*, 1997; Moore *et al.*, 2009; Gallo-Reynoso, 1994; Gallo-Reynoso *et al.*, 2008; Gallo-Reynoso y Figueroa Carranza, 2010). Este estudio contribuirá al establecimiento de una línea base sobre la salud del lobo fino de Guadalupe en Isla Guadalupe, B.C., México.

## II. ANTECEDENTES

Actualmente la definición de salud se aplica de manera diferente a los animales domésticos, a los seres humanos y a la fauna silvestre. La salud en vida silvestre se define como el resultado de la interacción biológica, social y ambiental. La salud se mide no solo por lo que está ausente (enfermedad), sino por las características de los animales y el ecosistema que afectan su vulnerabilidad (Stephen, 2014). Diversas especies de mamíferos marinos son catalogados como centinelas de la salud de los océanos, actuando como barómetros de los efectos a nivel individual y poblacional, por lo que nos permiten evaluar parte de ese estado a nivel ecosistémico y sus potenciales efectos sobre la salud humana (Bossart, 2011). Para determinar si la salud de los mamíferos marinos se encuentra en deterioro, es necesario coordinar investigaciones que establezcan las causas de mortalidad y el origen de ciertas enfermedades, así como su relación con aspectos ecológicos (Gulland y Hall, 2007). Las enfermedades son un componente natural de los ecosistemas y establecer cuando un animal en vida libre presenta un estado de salud y cuando inicia un estado de enfermedad es difícil, ya que esto se considera un proceso que se desarrolla en diferentes tasas de progresión entre individuos (Wobeser, 2006). Sin embargo, a través de la patología, definida como una disciplina que permite establecer los cambios funcionales y estructurales que ocurren en los organismos enfermos y muertos (Trigo y Valero, 2004), es posible establecer causas de mortalidad y al mismo tiempo crear y mejorar estrategias de manejo para la conservación de las especies (McGavin y Zachary, 2007).

### 1. Reportes de mortalidad en otáridos

La tasa y las causas de mortalidad en crías de pinnípedos varían según la especie, ya que dependen de diversos factores, tales como: la naturaleza y la topografía del hábitat, la densidad poblacional y los disturbios ocasionados por los machos en la colonia y las variaciones ambientales. En general, los reportes sobre las causas de mortalidad prevalentes en neonatos de otáridos son asociadas a: muerte fetal, traumas, inanición, infecciones (virales, bacterianas y parasitarias) y anomalías congénitas (Keyes, 1965; Le Boeuf y Briggs, 1977; Doidge *et al.*, 1984;

Chilvers *et al.*, 2007; Castinel *et al.*, 2007; Maloney *et al.*, 2009; Seguel *et al.*, 2011). Sin embargo, la mayoría de los estudios sobre mortalidad en otáridos no describen detalladamente los hallazgos macroscópicos y microscópicos. Por otro lado, es importante que los diagnósticos se realicen a partir de hallazgos macroscópicos puntuales, utilizando como complemento lo que se conoce acerca de la ecología y conducta de la especie en cuestión (Mattlin 1978; Calambokidis y Gentry 1985; Reid y Forcada 2005, Bruyn *et al.*, 2008; Seguel *et al.*, 2009; 2013).

## **2. Causas de mortalidad en neonatos de otáridos**

En general las causas de mortalidad pueden ser divididas en naturales y no naturales. Las causas naturales son aquellas involucradas con la biología de la especie y sus relaciones ecológicas. Por lo tanto, las causas no naturales están asociadas generalmente a la alteración del medio ambiente por parte del hombre (p. e. contaminación) y a la explotación comercial directa (Seguel *et al.*, 2009).

### **2.1 Naturales**

#### **2.1.1 Infeccioso**

Las enfermedades infecciosas regulan las poblaciones silvestres reduciendo el éxito reproductivo e incrementando la tasa de mortalidad (Delahay *et al.*, 2009). La epidemiología de las enfermedades en mamíferos marinos incluye la interacción con humanos y animales domésticos. En algunos casos, los patógenos de los mamíferos marinos también pueden representar un riesgo para la salud pública y la fauna doméstica, o viceversa (Godínez *et al.*, 1999; Fenwick *et al.*, 2004; Stoddard *et al.*, 2008). El impacto de las enfermedades dentro de una población depende de varios factores como: el huésped, el patógeno y las variables ambientales. La investigación ecológica de las enfermedades en poblaciones silvestres es crucial para un manejo adecuado y conservación, lo que al mismo tiempo nos permite conocer el riesgo y el tipo de enfermedades presentes, producto de la interacción entre fauna silvestre, humanos y animales domésticos (Lynch, 2011). A continuación se muestran los principales agentes infecciosos asociados a decesos en crías de otáridos.

## a) Bacterias

Las bacterias son los principales agentes asociados a infecciones en crías de otáridos, actuando generalmente como oportunistas. A continuación se presentan los principales agentes bacterianos causales de mortalidades significativas en crías de otáridos (Tabla I).

Tabla I. Principales agentes bacterianos reportados en crías de otáridos como causales de decesos.

Agente	Especie	Diagnóstico	Lugar	Referencia
<i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Salmonella</i> sp.	Lobo marino de Nueva Zelanda ( <i>Phocarctos hookeri</i> )	Neumonía Enteritis	Nueva Zelanda	Wilkinson <i>et al.</i> 2006 Castinel <i>et al.</i> 2006; 2007
<i>K. pneumoniae</i> Alfa <i>Streptococcus</i>	Lobo fino del Norte ( <i>Callorhinus ursinus</i> )	Enteritis, Neumonía, Onfaloflebitis	Alaska, U.S.A	Spraker y Lander, 2010
<i>K. Pneumoniae</i> ,	Lobo marino de California ( <i>Zalophus californianus</i> )	Pleuritis y bronconeumonía	Costa central de California, U.S.A	Jang <i>et al.</i> 2010
<i>E.coli</i> sp. y <i>Streptococcus</i> sp.		Placentitis, Neumonía	San Miguel, U.S.A	Spraker <i>et al.</i> 2007 Goldstein <i>et al.</i> , 2009
<i>E.coli</i> <i>Leptospira</i> sp., <i>Salmonella</i> spp. y <i>Campylobacter</i> sp.	Lobo fino Sudamericano ( <i>Arctophoca australis garacilis</i> )	Neumonía, enteritis y septicemia	Chile	Seguel <i>et al.</i> 2011

## b) Virus

Los agentes virales identificados en pinnípedos han sido: herpesvirus (Buckles *et al.*, 2006), calicivirus (Smith *et al.*, 1978), morbilivirus (Duignan *et al.*, 1995) adenovirus, rotavirus y parvovirus (Linlin *et al.*, 2011). La presencia de algunos agentes virales en pinnípedos se han asociada a la interacción cercana con vertebrados terrestres (Linlin *et al.*, 2011; Stoddard *et al.*, 2008; Grachev *et al.*, 1989). Son pocos los agentes virales que se han asociado a mortalidades masivas, como es el caso del morbilivirus (Osterhaus *et al.*, 1988; Dietz *et al.*, 1989; Osterhaus *et al.*, 1989; Visser *et al.*, 1991). Que pese a los esfuerzos realizados, no se han podido aislar Morbillivirus de Otáridos o relacionarlos como causa de mortalidad en estas especies (Seguel *et al.*, 2009). A continuación se presentan los agentes virales asociados a mortalidades significativas en otáridos (Tabla II).

Tabla II. Principales agentes virales reportados en crías de otáridos como causales de decesos.

Agente	Especie	Diagnóstico	Lugar	Referencia
Herpesvirus	Lobo marino de California ( <i>Zalophus californianus</i> )	Asociado a carcinoma urogenital y abortos	California, U.S.A	King <i>et al.</i> 2002; Buckles <i>et al.</i> 2006; 2007 Goldstein <i>et al.</i> 2003
	Lobo marino de Steller ( <i>Eumetopias jubatus</i> )	Posible agente involucrado (entre otros) en la disminución de la población actual	Alaska, U.S.A	Burek <i>et al.</i> 2005
Erythroparvovirus	Foca común ( <i>Phoca vitulina</i> )	Meningoencefalitis	Costa, Noroeste de Europa	Bodewes <i>et al.</i> 2014

### c) Parásitos

La importancia de los agentes parasitarios como causales de decesos en crías de otáridos ha incrementado en los últimos años, identificándose principalmente a *Uncinaria* sp. A continuación se presenta una lista de trabajos recientes, donde se ha identificado a este parasito como (Tabla III)

Tabla III. Reportes de *Uncinaria* sp. en crías de otáridos causales de decesos.

Agente	Especie	Diagnóstico	Lugar	Referencia
<i>Uncinaria lucasi</i> <i>U. hamiltoni</i>	Lobo marino de Nueva Zelanda ( <i>Phocarctos hookeri</i> )	Enteritis Septicemia	Nueva Zelanda	Castinel <i>et al.</i> , 2007
<i>Uncinaria lucasi</i>	Lobo fino del Norte ( <i>Callorhinus ursinus</i> )	Enteritis Peritonitis	San Miguel, California U.S.A	Lyons <i>et al.</i> 2011
<i>Uncinaria</i> sp.	Lobo marino de California ( <i>Zalophus californianus</i> )	Enteritis Peritonitis	San Miguel, California U.S.A	Lyons <i>et al.</i> 1997; 2011 Spraker <i>et al.</i> 2004;2007;

#### 2.1.2 No infeccioso

Con respecto a procesos no infecciosos, Le Boeuf y Briggs (1977) determinaron que los aplastamientos e inanición eran las principales causas de mortalidad en crías de pinnípedos durante los primeros días de vida. En caso de traumas (aplastamientos) están relacionados a la topografía de la colonia (Castinel *et al.*, 2007; Seguel *et al.*, 2009), a la densidad poblacional (Doidge *et al.*, 1984;

Castinel *et al.*, 2007; Katz *et al.*, 2012) y al comportamiento de la especie (Doidge y Baker, 1984; Campagna *et al.*, 1989; Calambokidis y Gentry, 1985; Mellin y DeLong, 1999; Kaplan *et al.*, 2008; Katz *et al.*, 2012); mientras que los cuadros de inanición a la falta de atención materna (Doidge *et al.*, 1984; Renouf, 1991).

### **a) Trauma**

En general los lobos finos se agrupan en áreas rocosas con presencia de cuevas y escarpados, lo cual representa una ventaja para la protección de crías y adultos durante la temporada reproductiva (Bradshaw *et al.*, 1999) Por otro lado, las luchas de los machos territoriales y una alta densidad poblacional incrementan la probabilidad de que se produzcan muertes de crías por aplastamientos y caídas, por lo que se considera que las lesiones traumáticas son denso dependientes (Reid y Forcada 2005). Se ha observado similitud en el tipo de lesiones presentes y variabilidad en su prevalencia como causa de mortalidad. Las lesiones generalmente reportadas son: hematomas subcutáneos, fracturas costales y craneanas, en crías de lobo fino Sudamericano en un 19.2% (Seguel *et al.*, 2009), también hemorragias musculares, abscesos en cabeza y cuello, fractura del cráneo, medula espinal, tráquea, hemotórax, congestión pulmonar y enfisema en la misma especie en un 36.8% (Katz *et al.*, 2012), observado también en neonatos de lobo marino de Nueva Zelanda en un 35% (Castinel *et al.*, 2007) y hasta en un 43% (Mellin y DeLong, 1999) reportado también en crías de lobo fino Antártico con fracturas en cráneo (28%) y signos de aplastamiento, tales como ruptura hepática (13%) (Doidge *et al.*, 1984), esto último también descrito además de rupturas renales en crías de lobo fino del Norte con un 16% como causa de mortalidad (Calambokidis y Gentry, 1985) anteriormente reportada en un 17.4% (Keyes, 1965) dentro de valores de 10-28% (1986 a 2006) como aplastamientos y golpes contundentes (Spraker y Lander, 2010) descrito también en crías de lobo marino Sudamericano en un 2.5%-8.4% considerándolo un comportamiento aberrante de las hembras durante el fenómeno de El Niño de 1997-1998 (Soto *et al.*, 2004) y de un 5.6% durante 1983-1986 (Campagna *et al.*, 1988).

## **b) Inanición**

En algunas especies de pinnípedos se ha observado que la condición corporal de las crías está directamente determinada por la habilidad materna, el estado nutricional de la hembra y la disponibilidad de presas en el ambiente (Bradshaw *et al.*, 2000, Georges y Guinet 2000). Se ha observado que la masa corporal es un factor importante en la tasa de crecimiento y supervivencia de los neonatos (Georges y Guinet, 2000). En neonatos de lobo fino de Nueva Zelanda se reportó en un 70% (tasa de mortalidad del 20%), los cuales se caracterizaba por la ausencia de tejido adiposo (Mattlin, 1978). Lo mismo observado en lobo fino del Norte con un 28.5% (Calambokidis y Gentry, 1985) y 37.6%, con atrofia hepática, muscular y ausencia de contenido gástrico e intestinal (Keyes, 1965). Aunque se ha reportado variable (28%-70%) entre temporadas (1986-2006) en la especie (Spraker y Lander, 2010).

En neonatos de lobo fino Antártico (*Arctocephalus gazella*) se estimó en un 35%, asociado a una falla en el vínculo materno-cría, debido al disturbio de los machos dentro de la colonia; a la inexperiencia de la madre y a la reducción en la disponibilidad de alimento (Doidge *et al.*, 1984). Posteriormente, en la misma especie se calculó en 47%, asociado a la duración de los viajes de alimentación y a la falta de disponibilidad de alimento (Reid y Forcada, 2005). También reportado en un 13% en lobo marino de Nueva Zelanda (Castinel *et al.*, 2007), y posteriormente calculado en un 44% y asociado a hembras jóvenes inexpertas o a un año anómalo de términos de abundancia de presas (Maloney *et al.*, 2008). Como lo observado en años Niño (1997-1998) en lobo marino Sudamericano que ocasionó el 100% de mortalidad (Soto *et al.*, 2004; Campagna, 1985) también descrito en lobo fino de Galápagos (1982-1983) y provocando el 33% (5% durante años no anómalos) de mortalidad durante el primer mes de vida como consecuencia de la ausencia de hembras, producto de los largos viajes de alimentación (Trillmich y Limberger, 1991).

En Chile, Seguel *et al.* (2009), en crías de lobo fino Sudamericano represento el 28.2% de mortalidad, sugiriendo que la inanición posee una relación

directa con la duración de los viajes de alimentación. Similar a lo reportado por Katz et al. (2012) y Franco-Trecu, (2005). Similar a lo reportado en lobo marino de California en un 80% a los 3.5 meses, lo cual se asoció a alteraciones en la dieta de las hembras debido a eventos oceanográficos y una menor concentración de energía transferida a los neonatos (Melin *et al.*, 2010). Para el 2013 se reportó un evento de mortalidad inusual en crías de lobo marino de California en las costas de U.S.A los cuales presentaban cuadros de deshidratación y emaciación, probablemente relacionada a la disminución en la disponibilidad de sardina y un deterioro en la calidad de la leche materna (NOAA, 2013). Lo mismo reportado para el 2015 (NOAA, 2015).

### **c) Asfixia por inmersión (ahogamiento)**

En general se ha observado que el fuerte oleaje que se produce en condiciones climáticas adversas puede arrastrar mar adentro a crías de lobo marino y azotarlos contra las rocas, lo que provoca su muerte por ahogo o traumatismo (Mattlin 1978; Seguel *et al.*, 2009). Se ha determinado hasta un 58% de mortalidad en lobo fino de Nueva Zelanda. Esta alta mortalidad se asoció a que las madres se encontraban en la orilla del mar (Paulian, 1964). Seguel et al. (2009), en crías de lobo fino Sudamericano determinaron un 21.8% de mortalidad por ahogamiento. Se observaron pulmones pesados con contenido líquido saliendo de las vías aéreas. En estómago se observaron piedras y leche. Los autores concluyeron que a pesar de los hallazgos patológicos, estos no eran definitivos para este tipo de diagnóstico, sin embargo el clima y el oleaje durante el desarrollo del muestreo era evidente. En crías de lobo fino del Norte se ha determinado que las tormentas prolongadas, son probablemente responsables de la muerte por ahogamiento (Keyes, 1965).

### **d) Mortalidad fetal y perinatal; anomalías congénitas**

En algunos trabajos enfocados a crías de otáridos, los nacidos muertos se definen como aquellos que presentan cordón umbilical y atelectasia (Castinel *et al.*, 2007), con presencia de meconio en colon (Spraker y Lander, 2010). Aquellos clasificados como prematuros presentan un peso y tamaño menor al promedio al

nacimiento, con poco o ausencia de pelo, y para la mortalidad perinatal, del nacimiento hasta el primer viaje de alimentación de la hembra (Costa y Gendry, 1986; Chilves *et al.*, 2007). Se ha observado entre un 4% y 7% de nacidos muertos en lobo fino Antártico (Doidge *et al.*, 1984) y en un 4% en lobo marino de Nueva Zelanda, donde el 2.6% presentaban anomalías congénitas, defecto del septo ventricular, aplasia renal, hernia hiatal y escoliosis (Castinel *et al.*, 2007). Para el lobo fino del Norte se estimó en un 9% (Spraker y Lander, 2010). Mayor a lo reportado en lobo fino Sudamericano con un 2.6% (Seguel *et al.*, 2009) y parecido a lo observado en lobo marino Sudamericano con un 2.3%. (Soto *et al.*, 2004). Variable en el lobo marino de Nueva Zelanda con un 6.2% y un 27.7%, (Melin y DeLong, 1999).

En el lobo fino de Subantártico se estimó como causal del 58% (11/19) de crías nacidas muertas, sugiriendo que hembras más pequeñas y con menor experiencia, daban a luz un poco antes de la temporada reproductiva, y que reflejaba la inhabilidad de las madres jóvenes para llevar el feto al término del embarazo (Georges y Guinet, 2000). En lobo fino Norte se determinó que el 9% (n=252) de los neonatos nacieron muertos. Estos presentaban hemorragia, laceraciones en tejido subcutáneo de la cabeza, hemorragia subdural de leve a moderada, fracturas del esqueleto, hemorragia de la cavidad torácica e hígado y hemoperitoneo. Se reportó un 2% de anomalías congénitas, generalmente en sistema músculo esquelético (agenesis del cráneo), sistema cardiovascular (dilatación auricular derecha), nervioso (hipoplasia cerebral), digestivo (no unión del píloro al duodeno), urogenital (hermafroditismo), sensorial (ausencia de pigmento en iris) e integumentario (albino parcial) (Spraker y Lander, 2010).

### **3. Tasa de mortalidad neonatal en otáridos**

La tasa de mortalidad neonatal ha sido determinada en algunas especies de otáridos. Paves (2007) en Chile estimó que ésta estaba por debajo de 10% en neonatos de lobo fino Sudamericano mientras que Perú se reportó entre 31%-49% para el primer mes de vida, siendo la mayor tasa reportada para lobos finos (Harcourt, 1992). En lobo fino de Nueva Zelanda (50 días) se reportó en un 20%

(Mattlin, 1978) y posteriormente de hasta un 44% (Maloney *et al.*, 2009). Mayor a la observado en el lobo marino de Nueva Zelanda con un 14.4% (años no epidémicos) y en un 31.3% (durante epidémicos por *Klebsiella pneumoniae*) (Castinel *et al.*, 2007). Se reporta en esta especie una tasa de mortalidad variable, del 1% hasta un 64% (Baker 1999; Melin y Delong, 1999; Wilkinson *et al.*, 2003; Chilvers *et al.*, 2007). En el lobo fino Subantártico se estimó una tasa de mortalidad 9% para las primeras dos semanas y 3.2% en el primer mes (Georges y Guinet, 2000). Se concluyó que la tasa de mortalidad en esta especie varía según el tamaño de la colonia, donde colonias de mayor tamaño incrementaba de un 0.8% a un 10.9%.(Hofmeyir *et al.*, 2006). Lo mismo en crías de lobo fino Antártico de un 3% al 22%, concluyendo que a mayor densidad poblacional existía una mayor mortalidad (Doidge *et al.*, 1984).

En crías de lobo fino del Norte se ha estimado en un 6.3% (Calambokidis y Gentry, 1985) y anteriormente calculada de un 3% al 9% (Lander, 1980). El lobo marino Sudamericano se estimó entre un 10% y un 30% (Soto *et al.*, 2004), mientras que en caso de presentarse fenómenos naturales como El Niño (ENSO/Oscilación del Sur), la mortalidad neonatal incrementaba hasta un 100% en el lobo marino Sudamericano, lobo fino de Galápagos (*A. galapagoensis*) y lobo marino de California (Francis y Heath, 1991; Trillmich y Dellinger, 1991; Soto *et al.*, 2004). Esta última especie se ha estudiado en el sur del Golfo de California (Los Islotes, Bahía de La Paz, B. C. S.), determinando una tasa de mortalidad de 15% durante los primeros dos meses de edad (Aurioles y Sinsel, 1988), que es el mismo valor reportado en crías de esta especie en California (Brownell y Le Boeuf, 1971) y anteriormente calculada en un 25% (Bonnot *et al.*, 1938).

#### **4. Ecología, biología y reportes de mortalidad en lobo fino de Guadalupe**

Como todos los otáridos el lobo fino de Guadalupe presenta un marcado dimorfismo sexual: los machos tienen un pelaje café oscuro con melena clara, una longitud de hasta 2.0-2.2m y un peso de 170-188kg; mientras que las hembras son de pelaje café o grisáceo sin melena, miden entre 1.5m-1.7m y pesan alrededor de 50-60kg (Antoneglis y Fiscus 1980; Gallo-Reynoso, 1994). La especie es poligínica y su temporada reproductiva inicia los primeros días de junio y finaliza a mediados de julio. El pico de nacimientos se reporta desde finales de junio hasta principios de julio (Pierson, 1987; Gallo-Reynoso, 1994). El periodo de gestación es de 11 meses y el peso al nacimiento es de  $4.9 \pm 0.5$ kg para ambos sexos (Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza, 2010). Las crías pueden pasar hasta 9.5-13.5 días (máximo de 24 días) en ayuno debido a que sus madres salen a alimentarse durante  $14.4 \pm 8.3$  días. El destete ocurre aproximadamente a los 9-10 meses de edad (Gallo-Reynoso *et al.*, 2008; Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza, 2010). Los viajes de alimentación en esta especie son considerados uno de los más largos en otáridos; las hembras pueden recorrer hasta  $444 \pm 151$  km (Gallo-Reynoso *et al.*, 2008).

La leche del lobo fino de Guadalupe contiene 43.2% de grasa (Figueroa-Carranza, 1994) y las hembras entran en estro a los 7-10 días posteriores al parto (Wickens y York, 1997). Esta especie se cataloga como un depredador especialista, ya que 90% de su dieta está conformada por calamar (Gallo-Reynoso, 1994; Gallo-Reynoso *et al.*, 2000; Camacho y Ríos, 2004; Hernández-Montoya, 2009).

En general, es poca la información que se tiene respecto a las causas de mortalidad y varamientos en esta especie. Para 1988-1995 se contabilizaron 14 varamientos vivos de lobo fino de Guadalupe (3 adultos, 11 juveniles) en las costas del centro y norte de California. Solo 8/14 organismos fueron atendidos por The Marine Mammal Center, de estos, 3/8 presentaban alimento en el tracto gastrointestinal y la mayoría tenía picos de calamares. A pesar de estos hallazgos,

todos presentaban emaciación. Mediante histopatología y microbiología se diagnosticó neumonía bacteriana por *Klebsiella* sp, *Pseudomona aeruginosa*, septicemia por *Klebsiella* sp., *Proteus*, y *Enterobacter*, enteritis, hepatitis, atrofia adrenal, nematodiasis gástrica, un caso de hernia umbilical y tres individuos con marcas de interacción con pesquerías. Solo dos organismos fueron exitosamente rehabilitados y liberados. Los casos presentados se relacionaron al evento de El Niño de 1992-1993 que obligó a estos organismos a desplazarse desde Isla Guadalupe a las costas de California, coincidiendo lo anterior con su mal estado físico (Hanni *et al.*, 1997). Para 2005, Moore *et al.* (2009) estimaron que el 25% (n=12) de lobo fino de Guadalupe admitidos en el centro de rehabilitación de California (TMMC) presentaban signos de enmalle, comparable con lo realizado por Hanni *et al.* (1997), quienes estimaron que el 33% (n=9) de los varamientos de lobo fino de Guadalupe ocurridos durante 1988 a 1995, mostraban signos de enmalle. Por otro lado, en Isla Guadalupe se determinó que el ataque por tiburón blanco (Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza, 1992; 1999; Gallo-Reynoso *et al.*, 2004) y los fenómenos naturales como los producidos por el huracán "Darby" (1992) fueron causales de decesos en crías de esta especie, provocando una mortalidad del 36%. Para 1991 y 1993, años no Niño, se reportó una mortalidad del 9% en las áreas de Los Arroyitos, Corralitos y Campo Lima en Isla Guadalupe. Los autores observaron que para agosto la mortalidad incrementó conforme se alargaban los viajes de alimentación de las hembras (Gallo-Reynoso, 1994).

Hasta la fecha no se han realizado estudios dirigidos a determinar las causas de mortalidad asociadas a agentes infecciosos y no infecciosos en esta especie.

### III. JUSTIFICACIÓN

El lobo fino de Guadalupe es uno de los otáridos menos abundantes del mundo (Aurioles-Gamboa y Trillmich, 2008). Se encuentra enlistado en el Apéndice I de CITES, en la NOM-059-2010 como en peligro de extinción, y en la Lista Roja de la IUCN como especie casi amenazada. Se le considera aún en riesgo debido a su restringida reproducción y a su lenta tasa de recuperación poblacional (Aurioles-Gamboa y Trillmich, 2008). Comparado con otras especies de pinnípedos y de lobos finos, el lobo fino de Guadalupe ha recibido poca atención, y solo existen algunas investigaciones sobre aspectos de su biología (e. g. Peterson et al. 1968), estimación del tamaño (e. g. Fleischer 1978; Gallo-Reynoso 1994) y genética poblacional (Bernardi *et al.*, 1998). Por último, es importante considerar que la salud en vida silvestre es una condición variable a través del tiempo y espacio, ya que están sujetas a condiciones cambiantes. Al no existir antecedentes sobre sus amenazas, ni sus principales causas de mortalidad, con este trabajo se pretende contribuir con el inicio de una línea base sobre el estado de salud del lobo fino de Guadalupe, proporcionando elementos que ayuden a crear estrategias de conservación y manejo de esta especie en Isla Guadalupe.

### IV. HIPÓTESIS

Las causas de mortalidad en neonatos de lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) serán similares y su incidencia más baja, así como su tasa de mortalidad. Lo anterior respecto a lo reportado en otros otáridos, debido al importante crecimiento poblacional actual que presenta la especie.

## V. OBJETIVOS

### a) Objetivo general

Determinar las causas de mortalidad en neonatos de lobo fino de Guadalupe, *Arctocepalus townsendi*, en Isla Guadalupe durante la temporada reproductiva 2013 y 2014.

### b) Objetivos particulares

1.-Describir los principales hallazgos macroscópicos e histopatológicos relacionados con las causas de muerte.

2.-Diagnosticar la presencia o ausencia de parvovirus y morbilivirus canino mediante la técnica de PCR (reacción en cadena de la polimerasa) a partir de tejido pulmonar e intestinal de neonatos muertos.

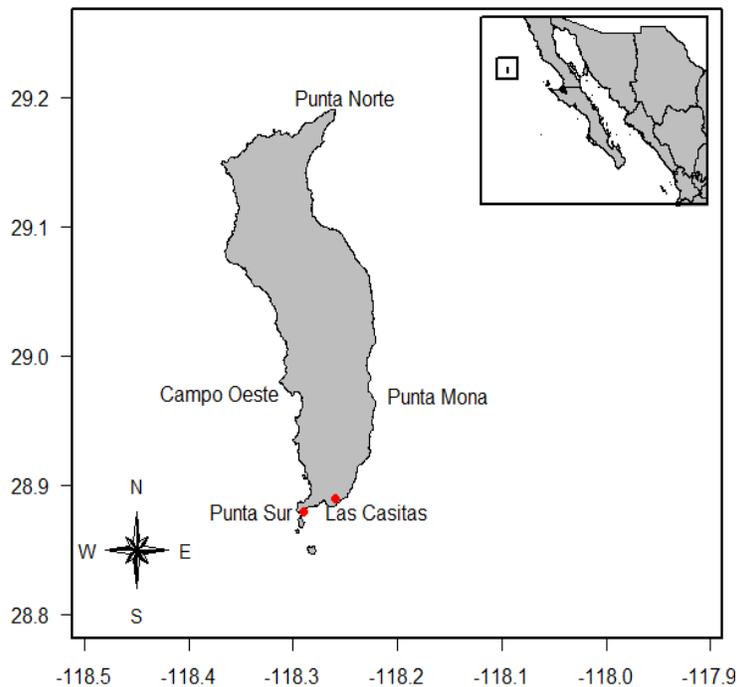
3.-Diagnosticar la presencia o ausencia de parvovirus y morbilivirus canino a partir de secreciones nasales y rectales de neonatos vivos mediante la aplicación de kits de flujo horizontal.

4.-Identificar la posible fauna parasitaria en neonatos de lobo fino de Guadalupe.

## VI. MATERIAL Y MÉTODOS

### a) Área de estudio

El estudio se realizó en la Isla Guadalupe, isla de origen volcánico y localizada 240 km al oeste de la Península de Baja California, México (29°00' N, 118°26' W) (Fig. 1). Presenta 35 km de longitud y 6.5-9.5 km de anchura (Gallo-Reynoso 1994). Se encuentra dentro del sistema de la Corriente de California, con una temperatura superficial promedio anual de 18 °C y con vientos predominantes del noroeste (Lynn y Simpson, 1987). Su orientación de norte a sur y su forma alargada actúan como una barrera contra el flujo de la corriente (Stewart y Stewart, 1984). Los lobos finos se localizan en la costa sur y este de la isla, la cual se encuentra compuesta por rocas basálticas y playas de canto rodado bordeadas por acantilados (Pierson, 1987). Las dos áreas de muestreo fueron "Punta Sur" y el área sureste denominada "Las Casitas". La primera se caracteriza por su alta densidad de lobos finos durante la temporada reproductiva.



**Figura 1.** Isla Guadalupe, Baja California, México. En puntos rojos se muestran las áreas donde se realizaron los muestreos correspondientes a 2013 (Punta Sur y Las Casitas) y 2014 (Punta Sur).

## **b) Método**

El trabajo de campo se llevó a cabo durante la temporada reproductiva 2013 (15 junio al 16 de agosto) y 2014 (18 de junio al 9 de agosto). En ambas temporadas de estudio, se contó con el apoyo de la Secretaría de Marina de la segunda zona naval de Ensenada, B.C., cuyas instalaciones permanentes se localizan en el área conocida como "Punta Sur". A continuación se presenta el método utilizado según las áreas o disciplinas que fueron aplicadas para el cumplimiento de los objetivos planteados en este trabajo.

### **1. Morfometría y peso en neonatos vivos**

Para la temporada reproductiva 2013 y 2014 las contenciones de neonatos de LFG fueron manuales y no se utilizó ningún tipo de anestesia. Se siguieron protocolos estandarizados (Gentry y Holt 1982) para determinar el sexo, el peso (P) (kg) (usando una báscula de 50 kg con precisión de 0.5 kg) y la longitud estándar (LE) (cm) mediante una cinta métrica convencional (Luque y Auriol-Gamboa 2001). Solamente para la temporada reproductiva 2014, se realizaron recapturas de los mismos individuos previamente identificados, con el fin de conocer las variaciones en peso y longitud estándar durante la temporada reproductiva. Se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilkins y la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, para la significancia de los datos obtenidos.

### **Temporada reproductiva 2013**

Durante la temporada 2013 se capturaron en total 90 neonatos (0 a 3 meses de edad) durante junio a agosto. A cada cría se le determinó el sexo, el peso y la longitud estándar (distancia que va de la punta de la nariz a la punta de la cola). A partir de los pesos y longitudes estándar mensuales se obtuvieron promedios y sus desviaciones estándar. Posteriormente se estimó la tasa de crecimiento (TC) mensual ( $P_1$  menos  $P_2$  entre número de días;  $LE = LT_1$  menos  $L_2$  entre número de días) y durante la temporada reproductiva. Para esto último se utilizaron los datos (peso y longitud estándar) de los 30 neonatos capturados para el mes de junio y de 30 neonatos de agosto que fueron seleccionados

aleatoriamente. Para establecer la edad aproximada de los neonatos se consideró la fecha de la captura y aspectos biológicos de la especie. Se consideró que debido a los nacimientos predominantemente A inicios de junio, los s 30 neonatos capturados nacieron esos días. Debido a lo anterior se estimó que el intervalo de tiempo entre la captura de junio y la de agosto fue de 70 días y este valor se tomó en cuenta para calcular la tasa de crecimiento para la temporada reproductiva 2013. A los neonatos también se les realizó un examen externo para buscar úlceras, abrasiones, fracturas, malformaciones, mordidas o ectoparásitos.

### **Temporada reproductiva 2014**

Para el mes de junio se capturaron 192 neonatos, los cuales se recapturaron cada 13-15 días, para obtener los pesos y longitudes estándar correspondientes a junio, julio y agosto. Por lo que el número de neonatos recapturados vario durante el desarrollo del muestreo. La contención se hizo de manera manual. Se recortó pelo de la región dorsal de las crías para su marcaje y correcta identificación; se eligieron diferentes combinaciones de números y figuras de máximo dos elementos (Figura 2). El mismo símbolo fue recortado cada vez que se recapturaba a un individuo marcado por lo que el crecimiento del pelo no fue impedimento para su correcta identificación a lo largo del tiempo.

Con la finalidad de llevar un seguimiento del largo total y peso individual, y estimar la tasa de crecimiento, para ambos sexos se calcularon los pesos promedio por edad de los neonatos y mes correspondiente. Se realizó un Análisis de Regresión Lineal para cada sexo para determinar si existía una relación lineal entre el peso y la longitud estándar de los neonatos durante la temporada. Para esto se consideró tanto a neonatos que perdieron peso como a los que ganaron y los que se mantuvieron. Además, se determinó la significancia de  $r^2$  a partir del Método de Spearman dado que la prueba de normalidad de Shapiro Wilkins arrojó que los datos de longitud y peso estándar no provienen de una distribución normal. Por lo que se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Finalmente, se aplicó una prueba de pendientes (ANCOVA) para determinar si la pendiente era la misma o diferente entre sexos y con ello determinar si se utilizaba un modelo por sexo o un modelo general para todos los datos de longitud y peso estándar. En este análisis nuestra variable de respuesta es el peso, la covariable la longitud y el factor es el sexo. Estos análisis se llevaron a cabo con ayuda del programa estadístico "R" 3.1.



**Figura 2.** Neonato de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*) con clave de identificación.

## 2. Virología en neonatos vivos

### Temporada reproductiva 2013

A 30/90 neonatos capturados durante la temporada reproductiva 2013 se les aplicaron pruebas diagnósticas de inmunoensayo cromatográfico de flujo horizontal para la detección cualitativa de antígenos para distemper canino (CCV) y de parvovirus canino (CPV) cuyo límite de detecciones es de  $10^{4.0}$  DICT<sub>50</sub>/0.1ml, con 99% de sensibilidad y especificidad del laboratorio NORVET, S.A. de C.V. código 40335010 a través de hisopados nasales (distemper canino) y rectales (parvovirus canino) (Figura 3) Los resultados de estas pruebas fueron registrados a los 15 min de la toma de la muestra (Figura 4).



**Figura 3.** Toma de muestras biológicas nasales (izq) y rectales (der) en neonato de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*).



**Figura 4.** Pruebas diagnósticas para antígenos de distemper canino (CDV) y del antígeno del parvovirus canino (CPV).

### 3. Morfometría y peso en neonatos muertos

#### Temporada reproductiva 2013 y 2014

En total se contabilizaron 52 neonatos muertos durante la temporada reproductiva 2013 en las zonas de “Punta Sur” (n=47) y “Las Casitas” (n=5). Para la temporada reproductiva 2014, se contabilizaron 99 neonatos muertos en “Punta Sur” (Figura 5). A los neonatos en buen estado de conservación se les realizó un examen externo, se pesaron, se determinó el sexo y se les tomaron las medidas anteriormente descritas en neonatos vivos.



**Figura 5.** Cadáver de neonato de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*) (izq) en la localidad de Punta Sur, Isla Guadalupe. El neonato presentaba cordón umbilical, restos de placenta y sangre en su pelaje (der). Una hembra adulta se localizaba a 2 m del cadáver.

## 4. Patología

### a) Análisis macroscópico

#### Temporada reproductiva 2013 y 2014

Se practicaron 30 necropsias durante la temporada reproductiva 2013 y 45 para la temporada 2014. Previo a cada necropsia, se procedió a tomar datos generales sobre cada individuo, tales como: el lugar y fecha de deceso, talla, peso, sexo, condición física (buena, mala y regular) y edad (Figura 6). Para determinar la fecha aproximada de muerte dentro de las primeras 12 horas, se consideró la coloración rosada/naranja brillante de la mucosa oral y su consistencia sólida. En ojos se evaluó su coloración oscura y brillante, con consistencia friable y bajo grado de desecación. Para el pelo, se valoró su alto grado de fijación a la dermis con una coloración oscura y brillante. Posteriormente se llevó un registro fotográfico de caso y se conservaron muestras en formol al 10% tamponado para su análisis histopatológico. Las necropsias se realizaron en las instalaciones de la Secretaría de Marina-Armada de México siguiendo el protocolo para pinnípedos descrito por Dierauf (1994). Al término de cada procedimiento se enterró el cadáver. Es importante mencionar que para el 2014 no se realizó histopatología, sin embargo en algunos casos fue sugerente la causa de muerte.



**Figura 6.** Necropsia y toma de medidas de neonatos de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*) en instalaciones de la Armada Marina de México en Punta Sur, Isla Guadalupe. Temporada reproductiva 2013.

Para llevar un registro correcto se tomaron fotografías de cada individuo durante la necropsia y las medidas anteriormente descritas en organismos vivos.

Se exploraron las cavidades de cada neonato así como cada sistema y órgano. Posteriormente, a cada órgano se le describió su coloración, forma, consistencia, presencia de parásitos, cuerpos extraños así como el tipo de contenido (en caso de presentarse) (Figura 7).

A cada uno (intestino delgado, estómago, bazo, pulmón y riñón) se les realizaron cortes de 0.5 cm y se fijaron en formalina al 10% buferada (recambio cada 15 días); se colocaron en un lugar fresco, con sombra y correctamente embalados para su posterior descripción histopatológica y su análisis molecular de reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

Por último, se realizó una búsqueda exhaustiva de forma directa de parásitos intestinales y gástricos, como los reportados en crías de otros otáridos y que son causales de ciertas patologías.



**Figura 7.** Inspección interna de la cavidad torácica (izq) y abdominal (der) de neonato de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*) en Isla Guadalupe. Temporada reproductiva 2013.

## **b) Análisis microscópico**

### **Temporada reproductiva 2013**

Para el análisis microscópico de los tejidos, solo se incluyeron las muestras obtenidas durante el muestreo realizado en la temporada reproductiva 2013 (n=20). El procesamiento y análisis microscópico de las muestras previamente fijadas en formalina al 10% buferada, se llevó a cabo en el Departamento de Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la FMVZ-UNAM, bajo la asesoría de la M.C. Larisa Chávez Soriano.

Para este análisis cada muestra fue introducida en cápsulas previamente identificadas. Posteriormente éstas pasaron por procesos de deshidratación, aclaración e infiltración. Al término de estos procesos fueron introducidas en bloques de parafina (inclusión) para ser seleccionados en cortes de 5µm de grosor con ayuda de un micrótopo. Inmediatamente éstas fueron sometidas a flotación, y se transfirieron a laminillas y se secaron con ayuda de una placa caliente. Por último, se tiñeron con hematoxilina-eosina para su interpretación histopatológica.

## **c) Análisis virológico**

### **Temporada reproductiva 2013**

#### **1. Extracción de ADN a partir de tejido en formol al 10%**

El análisis molecular a partir de tejidos se llevó a cabo en el Laboratorio de Microbiología Agropecuaria de la Universidad Autónoma de Metropolitana (UAM) plantel Xochimilco bajo la asesoría del Dr. Daniel Martínez Gómez.

Para la extracción de ADN de los 20 tejidos que se seleccionaron previamente y que fueron fijados en formalina al 10%, se realizaron cortes pequeños de aproximadamente 1cm a cada uno (Figura 8). Estos fueron depositados en gasas estériles creando pequeñas bolsas, las cuales fueron introducidas en tubos Falcón de 50ml en una solución de PBS (18gr NaCl, 1.30 gr  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{PO}_4$ , 46gr  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  y 2lt de agua destilada desnionizada). Se colocaron en un agitador constante por 14 hrs (Figura 9). El PBS fue recambiado cada 40 min,

con el fin de eliminar el formol del tejido. Posteriormente, se pesaron 100 mg de cada muestra, las cuales se introdujeron en tubos Eppendorf de 3 ml. A estos se les añadió 2ml de buffer de lisis (25Mm Tris HCl pH 8.0, 25 Mm EDTA Ph 8.0. 1% SDS) y 100µL de proteinasa k. Los tubos se mantuvieron en baño maría a una temperatura de 56°C durante 12hrs. Posteriormente, se realizó una centrifugación a 4,500 g durante 15 min y se recuperó el sobrenadante. Al sobrenadante se le añadió 500µl de cloroformo y fue centrifugado a 9,300g durante 2min con ayuda de un agitador vórtex. Al sobrenadante se le transfirió a otros tubos y se les adicionó (1/10) 50 µl de volumen de acetato de sodio (3M, pH 6.0) y se homogenizó por inversión 7 veces y se añadió 1ml de etanol al 100% frio. Se incubaron por 5 min en hielo. Posteriormente se centrifugaron a 13000 rpm durante 15 min. Se decantó el sobrenadante y se conservó la pastilla (ADN), a la cual se le adicionó 1 ml de etanol al 70 %; se incubaron 5 min en hielo, se centrifugó a 13000 rpm durante 15 min. De nuevo se decantó el sobrenadante y se dejó secar la pastilla (ADN) durante 10 min a 37°C con la tapa abierta de los tubos. Finalmente, el pellet de cada tubo se resuspendió en 50 µl de TE (Tris 10 Mm, EDTA 1Mm, pH 8.0). Con equipo Savant y se resuspendió en 12µl de agua esteril y se congeló para su posterior uso. El ADN fue cuantificado por medio de un espectrofotómetro (Ultrospec, 3000 Pharmacia Biotech<sup>®</sup>) y se observó su pureza mediante un gel agarosa al 1% teñido con bromuro de etidio.



**Figura 8.** Selección y corte de tejido pulmonar e intestinal fijados en formol al 10%.



**Figura 9.** Tubos tipo Falcón con PBS en agitación constante para la remoción de formol de tejidos.

## 2. Amplificación

Posterior a la extracción de ADN, éste se cuantificó por medio de un espectrofotómetro. Para esto se utilizó 1µl de la muestra y 1µl de TE (Tris 10 Mm, EDTA 1Mm, pH 8.0) y su cuantificación a la elección de los primers. Para parvovirus canino se utilizó 249 Ppvcf (5'AGAGTGGTTGTAAATAATTTGG'3) forward y 250 Ppvcr (5'GCCTCAAAGAATAATATGG'3) los cuales amplifican a los 800 pb, del laboratorio IDT (Integrates DNA technologies). Primero se realizó una mezcla de 50µl (12µl forward, 12µl reward, 200µl master mix, 176µl de agua estéril repartidos en 8 tubos Eppendorf. A cada tubo se le adicionó 2µl de muestra de ADN perteneciente a cada individuo.

Posteriormente, se centrifugaron a 100 rpm por 30s. Al término los tubos se ingresaron a un termociclador a 35 ciclos (1min a 95°C, 1.5 min 50°C y 1min a 72°C). Es importante mencionar que se contó con un control interno para tener una mayor seguridad y eficacia durante el procedimiento. Se prepararon 2 geles al 1% de agarosa con 1µl de cada muestra para ser colocados en la cámara de electroforesis por 50min a 70 volteos. Por último se tiñeron con bromuro de etidio para ser observados mediante un equipo computarizado con lámpara de luz UV. Para *Salmonella enteritidis* se realizaron los mismos pasos anteriormente descritos. Se utilizó como primer forward al 384 InVAF (5'GTGAAATTATCGCCACGTTTCGGGCAA'3) y como reward al 385 InVAr (5'TCATCGCACCGTCAAAGGAAC'3). En total las muestras se ingresaron a un termociclador a 30 ciclos (5min a 94°C, 30s a 94°C, 9 30s a 55°C y 30s a 72°C). También fueron colocadas en una cámara de electroforesis con 1µl de cada muestra en dos diferentes geles al 1% de agarosa y se tiñeron con bromuro de etidio para poder ser observado mediante un espectrofotómetro BIO-RAD.

## VI. RESULTADOS

Se contabilizaron 798 neonatos de lobo fino de Guadalupe en "Punta Sur" y 212 en "Las Casitas", sumando 1,010 neonatos en nuestros sitios de estudio para la temporada reproductiva 2013. Para la temporada reproductiva 2014, se estimó un total de 1,200 neonatos en el área de Punta Sur; en "Las Casitas" no hubo conteo para 2014.

### 1. Morfometría y peso

#### a) Neonatos vivos

##### Temporada reproductiva 2013

Durante junio-agosto del 2013 se capturaron 90 neonatos, 47 machos y 43 hembras de LFG. Mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks se observó que los datos (longitud estándar (LE) y peso (P) no se distribuían con normalidad ( $p < 0.001$ ), por lo que se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si había o no diferencias significativas entre los datos.

Al comparar LE (cm) y el P (kg) entre sexos no se observaron diferencias significativas ( $p > 0.001$ ). Sin embargo, se observaron diferencias significativas entre meses ( $p < 0.001$ ). La LE (cm) y el P (kg) promedio para el mes de junio ( $n=30$ ) fue de  $5.3 \pm 0.84$ kg y  $67.2 \pm 3.5$ cm. Para julio ( $n=15$ ) fueron de  $6.7 \pm 1.3$ kg y  $68.6 \pm 4.0$ cm, mientras que para agosto ( $n=45$ ) incrementaron notoriamente a  $9.6 \pm 2.1$ Kg y  $77.6 \pm 4.3$ cm respectivamente (Tabla IV). Localizándose los neonatos más largos y pesados para el mes de agosto y los más livianos y cortos para el mes de junio.

La Tabla V el promedio de la tasa de crecimiento estimada ( $\pm$  desviación estándar) total para la temporada reproductiva 2013 y 2014.

Tabla IV. Promedio mensual ( $\pm$  desviación estándar) de peso (kg) y longitud estándar (cm) en neonatos de lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) durante la temporada reproductiva 2013.

Mes	Edad (días)	Peso (kg)		Longitud estándar (cm)	
		Machos	Hembras	Machos	Hembras
Junio	7-15	5.5 $\pm$ 1.1	4.9 $\pm$ 0.58	69.6 $\pm$ 3.0	67.4 $\pm$ 4.7
		n=14	n=16	n=14	n=16
Julio	25-30	6.5 $\pm$ 1.5	6.75 $\pm$ 1.3	70.2 $\pm$ 2.8	69.3 $\pm$ 5.0
		n=8	n=8	n=8	n=8
Agosto	60-70	9.4 $\pm$ 1.9	9.8 $\pm$ 2.2kg	77.7 $\pm$ 4.4	77.5 $\pm$ 4.2cm
		n=25	n=20	n=25	n=20

Tabla V. Promedio ( $\pm$  desviación estándar) de la tasa de crecimiento por día en neonatos de lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) durante la temporada reproductiva 2013 y 2014.

Año	Edad (días)	Peso (gr/día)	Longitud estándar (cm/día)
2013 (n=30)	70	65.7 $\pm$ 36.7	0.14 $\pm$ 0.07
2014 (n=120)	43	74.4 $\pm$ 39.2	0.25 $\pm$ 0.08

### Temporada reproductiva 2014

Durante junio del 2014 se capturaron y marcaron un total de 192 (81 machos y 111 hembras) neonatos. No todos los individuos fueron recapturados cada mes, ya que no se localizaban en el área o murieron durante la temporada, impidiendo la toma de sus medidas y pesos correspondientes a los meses de julio (n=174) y agosto (n=152).

A todos se les tomó la LE (cm) y el P (kg). Al compararlas entre sexos durante la temporada, no se encontraron diferencias significativas, junio ( $p=>0.001$ ), julio ( $p=>0.001$ ) y agosto ( $p=>0.001$ ) (Tabla VI). Tampoco se identificaron diferencias significativas por sexo (Tabla VII).

Al contrastar los P mensuales entre temporadas (2013 y 2014), se encontró que para agosto del 2014, los neonatos fueron significativamente más delgados ( $p < 0.001$ ) respecto a los de agosto del 2013. Para la LT, se observaron neonatos significativamente más largos ( $p < 0.001$ ) en julio y agosto ( $p < 0.001$ ) del 2014 en contraste con los del 2013.

Tabla VI. Promedio mensual ( $\pm$  desviación estándar) de peso (kg) y longitud estándar (cm) en neonatos de lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) durante la temporada reproductiva 2014.

Mes	Peso (kg)	Longitud estándar (cm)
Junio n=192	5.2 $\pm$ 0.05	69.1 $\pm$ 3.4
Julio n=174	7.3 $\pm$ 1.7	74.6 $\pm$ 4.40
Agosto n=152	8.0 $\pm$ 2.0	79.3 $\pm$ 4.2

Tabla VII. Promedio mensual ( $\pm$  desviación estándar) de peso (kg) y longitud estándar (cm) en neonatos de lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) durante la temporada reproductiva 2014.

Mes	Edad (días)	Peso (kg)		Longitud estándar (cm)	
		Machos	Hembras	Machos	Hembras
Junio	0	5.3 $\pm$ 0.70	5.0 $\pm$ 0.75	68.09 $\pm$ 3.5	67.38 $\pm$ 3.4
		n=81	n=111	n=81	n=111
Julio	30	7.4 $\pm$ 1.5	7.1 $\pm$ 1.3	74.6 $\pm$ 3.6	74.3 $\pm$ 4.4
		n=70	n=104	n=81	n=111
Agosto	43	8.2 $\pm$ 1.9kg	7.8 $\pm$ 1.9	79.30 $\pm$ 3. 8	78.78 $\pm$ 4.3
		n=62	n=90	n=62	n=90

Se determinó que la LE (cm) y el P (kg) promedio presentaban una correlación positiva con la temporalidad de las capturas para ambos sexos ( $p < 0.001$ ) y que ambas medidas incrementaban durante cada mes. Es decir, conforme avanzaba la temporada; donde los neonatos más largos y pesados se localizaron para el mes de agosto.

Para estimar la tasa de crecimiento (TC), solo se incluyeron aquellos que incrementaron su peso durante los tres meses de muestreo, ya que algunos no aumentaron su masa total, incluso la disminuyeron, calculándose en otro apartado como tasa de pérdida de peso (TPP).

Por otro lado, al calcular la TC hasta los 43 días para ambos sexos, se observó que las TC no se comportaban de manera normal ( $p < 0.001$ ) y se determinó que las TC no era significativamente distinta ( $p > 0.001$ ) entre sexos pero si entre meses ( $p < 0.001$ ). A continuación se presenta el promedio de la TC mensual para ambos sexos (Tabla VIII) y por sexo (Tabla IX) durante la temporada reproductiva 2014.

Tabla VIII. Tasa de crecimiento promedio mensual ( $\pm$  desviación estándar) en neonatos de lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) durante la temporada reproductiva 2014.

Edad (días)	Peso (gr/día)	Longitud estándar (cm/día)
Junio (0-15)	150.0 $\pm$ 87.0 n=160	0.34 $\pm$ 0.15 n=160
Julio (16-30)	131.0 $\pm$ 68.8 n=93	0.32 $\pm$ 0.17 n=93
Agosto (31-43)	170.6 $\pm$ 115.6 n=80	0.32 $\pm$ 0.23 n=48

Tabla IX. Tasa de crecimiento promedio mensual ( $\pm$  desviación estándar) en neonatos de lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) durante la temporada reproductiva 2014.

Edad (días)	Peso (gr/día)		Longitud estándar (cm/día)	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Junio (0-15)	144.0 $\pm$ 86.0 n=71	155.1 $\pm$ 89.0 n=89	0.33 $\pm$ 0.14 n=71	0.34 $\pm$ 0.15 n=89
Julio (16-30)	127.4 $\pm$ 71.0 n=45	134.0 $\pm$ 65.9 n=48	0.33 $\pm$ 0.17 n=45	0.30 $\pm$ 0.16 n=50
Agosto (31-43)	184.7 $\pm$ 112 n=31	162.0 $\pm$ 118 n=49	0.33 $\pm$ 0.25 n=30	0.31 $\pm$ 0.20 n=48

La TPP (gr/día) promedio se calculó a partir del peso inicial (al nacimiento) y del peso final (agosto) de los neonato. Únicamente se incluyeron los datos de neonatos que disminuyeron su P, considerando el mes de junio de P (kg) como peso inicial y el P (kg) final el de agosto.

La TPP a los 43 días de edad fue de 16.27 $\pm$ 6.36 gr/día (n=5). Esta se estimó mensualmente entre sexos (Tabla X) y por sexo (Tabla XI). La TPP por mes entre sexos indicó diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) entre sexos, donde los machos perdieron más P (gr) respecto a las hembras.

En los casos donde la TC fue 0 gr/día, únicamente se calculó la tasa de crecimiento diaria basada en LE (cm). Para estos casos, se registró un incremento promedio de la LE (cm) de 0.2 $\pm$ 0.1 cm en junio (n=11/184) y julio (14/174); mientras que para agosto (n=14/152) fue de 0.14 $\pm$ 0.13 cm.

Tabla X. Tasa de pérdida de peso mensual y longitud estándar promedio ( $\pm$  desviación estándar) entre sexos en neonatos de lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) durante la temporada reproductiva 2014.

Edad (días)	Peso (gr/día)	Longitud estándar (cm/día)
Junio	90.4 $\pm$ 36.3 n=11	0.11 $\pm$ 0.1 n=11
Julio	108.8 $\pm$ 279.1 n=67	0.15 $\pm$ 0.09 n=67
Agosto	316.0.6 $\pm$ 258.0 n=54	0.10 $\pm$ 0.11 n=54

Tabla XI. Tasa de pérdida de peso mensual y longitud estándar promedio ( $\pm$  desviación estándar) en neonatos de lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) durante la temporada reproductiva 2014.

Mes (días)	Peso (gr/día)		Longitud estándar (cm/día)	
	Macho	Hembra	Macho	Hembra
Junio (0-15)	129.2 $\pm$ 55.3 n=2	51.9 $\pm$ 17.6 n=9	0.1 $\pm$ 0.01 n=2	0.13 $\pm$ 0.1 n=9
Julio (16-30)	419.0 $\pm$ 107.5 n=28	115.4 $\pm$ 70.0 n=39	0.12 $\pm$ 0.08 n=28	0.17 $\pm$ 0.08 n=39
Agosto (31-43)	597.8 $\pm$ 144.7 n=23	122.0 $\pm$ 66.3 n=35	0.11 $\pm$ 0.12 n=23	0.13 $\pm$ 0.11 n=35

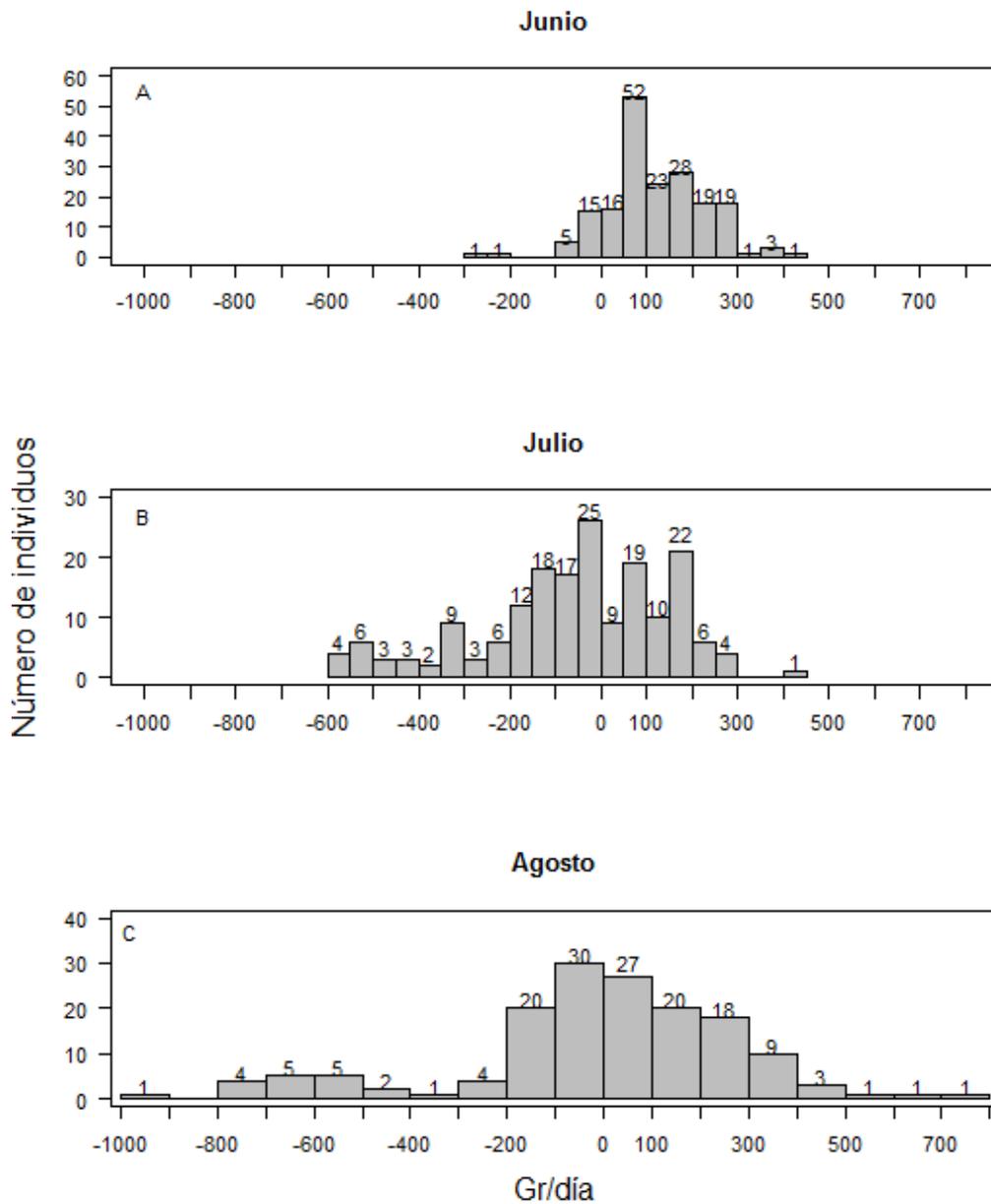
A partir de las variaciones en la ganancia y pérdida de peso (gr/día) durante la temporada se generaron histogramas mensuales (Figura 10)

Para junio, en general, se observó una ganancia de P diario, entre 50 y 100 gr/día en la mayoría de los individuos (n=52) y que llegó a ser de hasta 300 gr/día (n=19) (Figura 10 A).

En julio existió un mayor incremento en la ganancia P diario, que fue de 100gr/día (n=31) hasta 200 gr/día (n=28), sin embargo también se observó una alta prevalencia de individuos que su pérdida de peso fue de 150 gr/día (n=18) hasta 250 gr/día (n=5) (Figura 10 B). También se contabilizaron 14 neonatos que no incrementaron o disminuyeron P.

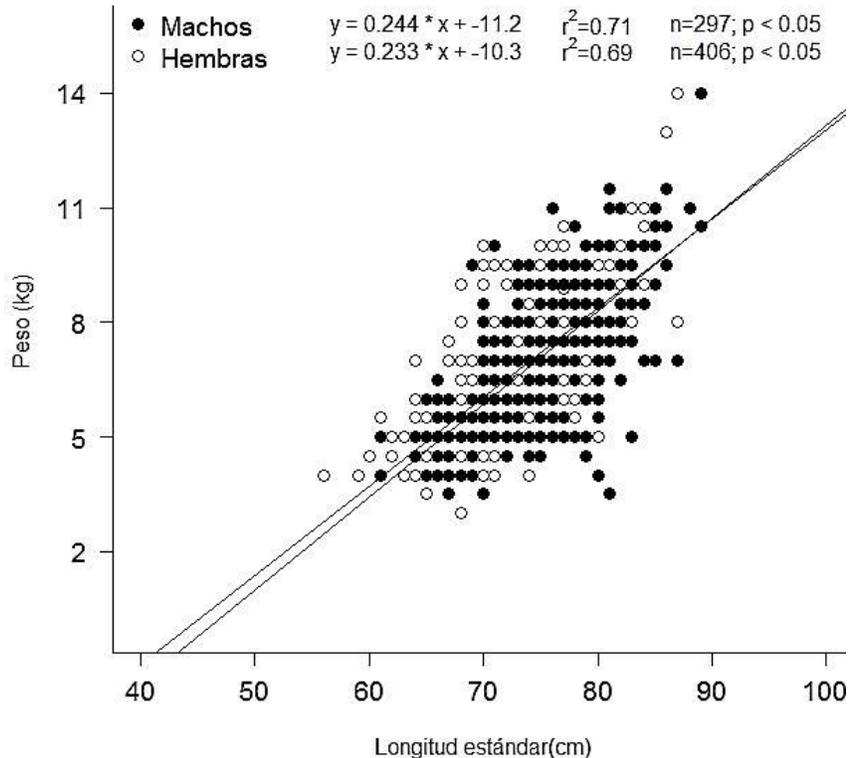
Para agosto, se reporta una mayor pérdida de P de los neonatos, la cual llegó a ser de 100-200 gr/día (n=50), 600gr/día (n=5) y hasta los 1000 gr/día (n=1) (Figura 10 C). En contraste en agosto se localizaron a neonatos cuya tasa de ganancia de peso fueron las más altas registradas durante la temporada reproductiva, variando entre los 200 gr/día y 300 gr/día (n=18), 400 y 500 gr/día (n=3) y de hasta 800 gr/día (n=1).

También se encontraron 14 neonatos cuya tasa de crecimiento se mantuvo en 0 gr/día, similar a lo reportado para el mes de julio.



**Figura 10.** Ganancia y pérdida de peso (gr) promedio de neonatos de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*) a los primeros 15 días (A) de edad (N=184), a los 30 días (B) (N=174) y a los 43 días (C) (N=152).

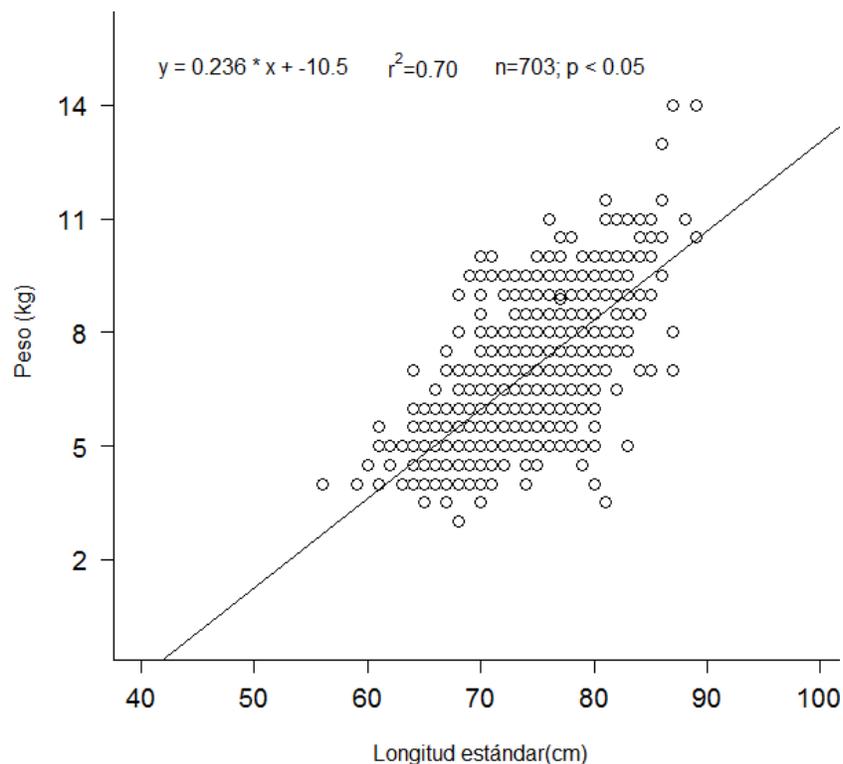
Existe una relación significativa entre el peso y la longitud estándar ( $p > 0.05$ ) tanto para hembras como para machos (Figura 11). Los resultados mostraron un efecto significativo de la LE pero no del sexo, además de que no existe una interacción significativa (Tabla XII). Los resultados sugieren que la pendiente de la regresión entre el peso y la longitud estándar es similar para machos y hembras. Por tanto, se realizó un Análisis de Regresión Lineal para los datos de P y LE de ambos sexos. Los coeficientes que determinan el mejor modelo para ambos sexos, la n y p de la prueba de significancia de  $r^2$  se encuentran en la Figura 11. La relación de estas variables es significativa ( $p > 0.05$ ).



**Figura 11.** Prueba de significancia de  $r^2$ . Relación peso (kg) y longitud (cm) estándar entre sexos de neonatos lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*) durante la temporada reproductiva 2014.

Tabla XII. Resultados del análisis de la covarianza (ANCOVA)

				GL	SC	MC	F valor	P (>F)
Longitud	1	890.1	890.1		708.63	<2e-16		
Sexo	1	1	1		0.823	0.365		
Longitud: Sexo	1	0.8	0.8		0.609	0.436		
Residuales	466	585.7	1.3					
Códigos de significancia								
a		0		0.001	0.01		0.05	0.1

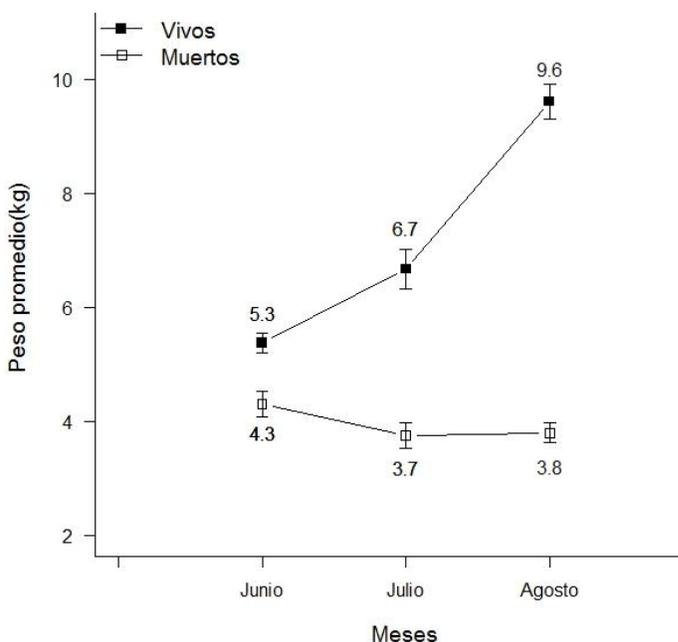


**Figura 12.** Relación entre peso (kg) y longitud estándar (cm) de neonatos de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*) en ambos sexos durante la temporada reproductiva 2014.

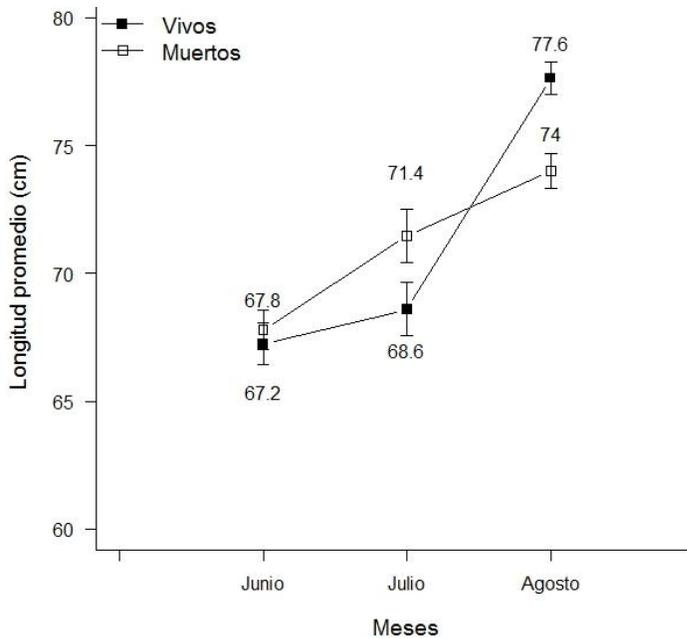
## a) Neonatos muertos

### Temporada reproductiva 2013

Durante el periodo de estudio (15 junio al 16 de agosto) se estimó una tasa de mortalidad de 5.1% (n=52) para el sitio de muestreo. Se realizaron 30 necropsias formales y se obtuvieron muestras (tejidos) viables de 20 neonatos (17 hembras y 13 machos) durante junio, julio y agosto de 2013. Entre sexos, no se encontraron diferencias significativas en P (kg) durante los meses de muestreo, sin embargo, si hubo diferencias para la LE (p=<0.001) entre meses. Para junio (n=5) los individuos pesaron y midieron  $4.3\pm 1.0$  kg y  $67.8\pm 3.5$  cm, sin embargo para julio (n=15) el P (kg) disminuyó y la LE (cm) incremento a  $3.7\pm 1.4$  kg, y  $71.4\pm 7.1$  cm, mientras que para agosto (n=10) el P (kg) fue similar y la LE (cm) continuó incrementando,  $3.8\pm 0.4$  kg y  $74.0\pm 3.6$  cm. En general, para los individuos muertos el incremento de su P (kg) fue negativo (Figura 15) ya que disminuía conforme la temporada avanzaba, en contraste con la LE que tendió a incrementar. Al contrastar los P (kg) entre los neonatos vivos y los muertos en junio y julio de 2013, se observa una disminución del 50% del peso corporal en los muertos (Figura 13) mientras que para para agosto, los neonatos vivos presentaban una mayor LE que los muertos (Figura 14).



**Figura 13.** Variaciones en el peso (kg) promedio de los neonatos vivos y muertos de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*) durante la temporada reproductiva 2013.



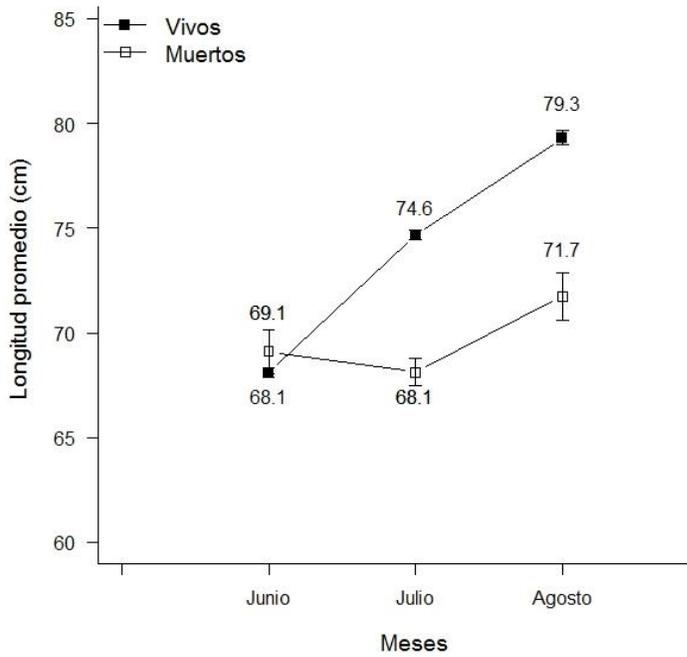
**Figura 14.** Variaciones en la longitud estándar (cm) promedio de los neonatos vivos y muertos de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*) durante la temporada reproductiva 2013.

### Temporada reproductiva 2014

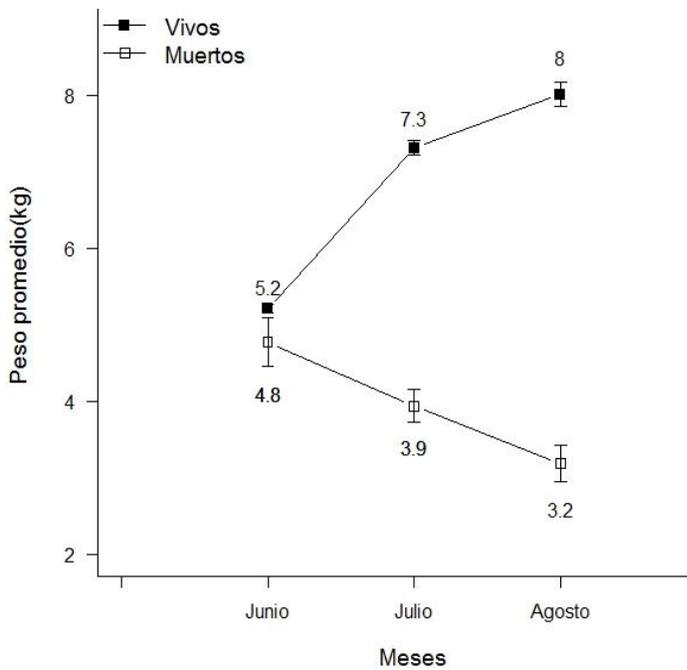
Durante esta temporada (18 de junio al 9 de agosto) se estimó una tasa de mortalidad del 8.2% (n=99) en el sitio de muestreo. De acuerdo a las medidas y pesos obtenidos de 50 neonatos muertos (28 hembras y 22 machos) se encontraron diferencias significativas para el P (kg) ( $p < 0.001$ ) y para la LE (cm) ( $p < 0.001$ ) durante los tres meses de muestreo en ambos sexos.

Para junio (n=9) los individuos tuvieron un P (kg) y LE (cm) de  $4.8 \pm 1.04$  kg y  $69.1 \pm 3.5$  cm; para julio (n=19) el P (kg) disminuyó a  $3.9 \pm 1.2$  kg y  $68.1 \pm 2.9$  cm, con la misma tendencia para el mes de agosto (n=22) con  $3.2 \pm 1.1$  kg y  $71.7 \pm 5.3$  cm (Figura 15 y Figura 16).

Particularmente para junio el P (kg) promedio registrado fue menor al de agosto y el número de neonatos que murieron por inanición fue mayor. Se observó que los P (kg) y LE (cm) de ambos sexos no se comportaban de manera normal y presentaron diferencias significativas en P ( $p < 0.001$ ) y la LE ( $p < 0.001$ ) para el mes de agosto, los cuales fueron más pequeños y livianos comparados con los neonatos del mismo mes del 2013.



**Figura 15.** Variaciones en la longitud estándar (cm) promedio de los neonatos vivos y muertos de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*) durante la temporada reproductiva 2014.



**Figura 16.** Variaciones en el peso (kg) promedio de los neonatos vivos y muertos de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*) durante la temporada reproductiva 2014.

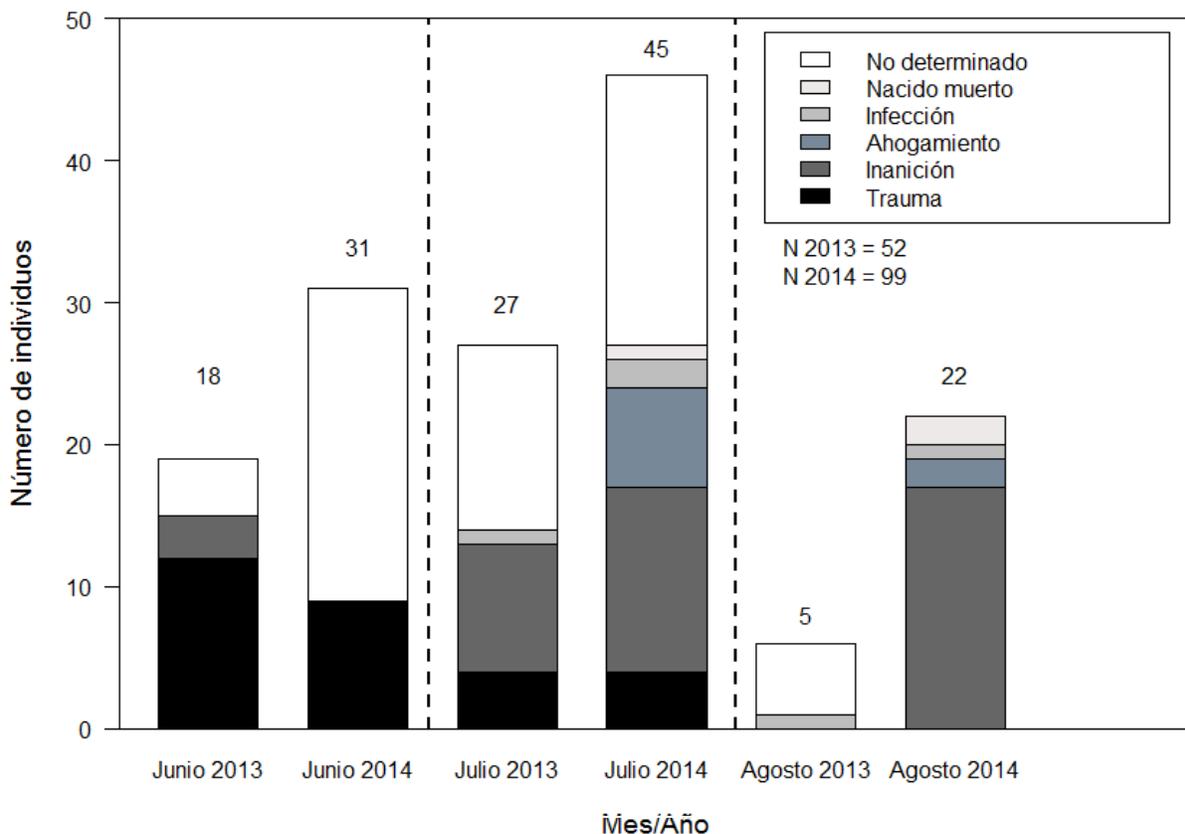
## 2. Patología

Este análisis se dividió en dos secciones, según el nivel al que se estudiaron los tejidos. A nivel macroscópico y a nivel microscópico o histopatológico.

### a) Análisis macroscópico

#### Temporada reproductiva 2013

La tasa de mortalidad estimada para la temporada reproductiva 2013 fue de 5.14% (n=52) en el sitio de muestreo. Se determinó que 30.8% (n=16) de los decesos estuvieron asociados a traumas/aplastamientos, el 23.1% (n=12) a inanición, el 3.8% (n=2) a infecciones y el 42.3% (n=22) no determinado. Para junio, la mayoría de las muertes (75%, n=12) estuvieron asociadas a traumas y aplastamientos (Figura 17).



**Figura 17.** Causas de mortalidad neonatal en lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*) correspondiente a la temporada reproductiva 2013 y 2014.

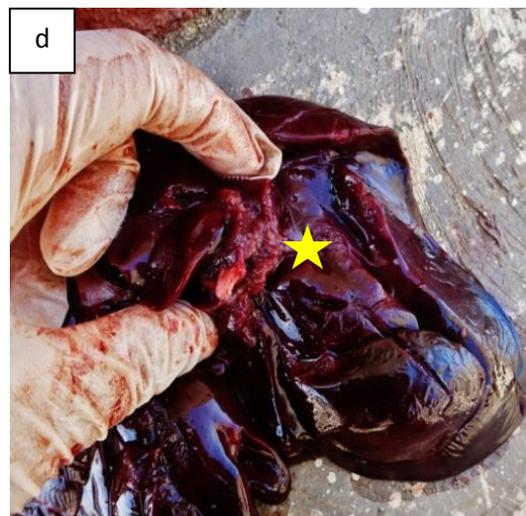
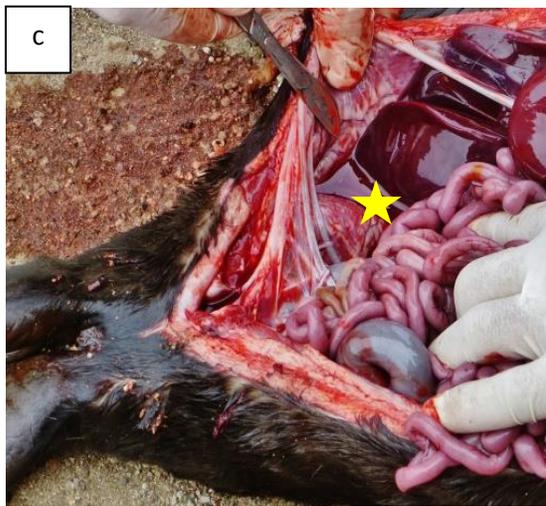
Los traumas se identificaron de tipo craneoencefálico, generando fracturas en la caja craneana (Figura 18 a) y como consecuencia hematomas subaracnoideos (Figura 18 b). En los traumas torácico-abdominales se observaron fracturas de costillas y hemoperitoneo (Figura 18 c) por rotura hepática lobular (Figura 18 d).

Los cuadros de inanición (Figura 19 a) se presentaron en junio y julio, sin embargo para julio se reportaron el 75% (n=9) de los casos. En estos organismos eran evidentes los cuadros de deshidratación; la protuberancia de las costillas, vértebras lumbares y huesos pélvicos eran fácilmente palpables. El pelo era opaco y seco y en casos severos se observaba disminución del tejido muscular. Es importante mencionar que a la necropsia era evidente la disminución o depleción de la hipodermis, de la grasa retroperitoneal y perirrenal (Figura 19 a y b), disminución del parénquima hepático (Figura 19 c), un estómago pequeño y sin contenido.

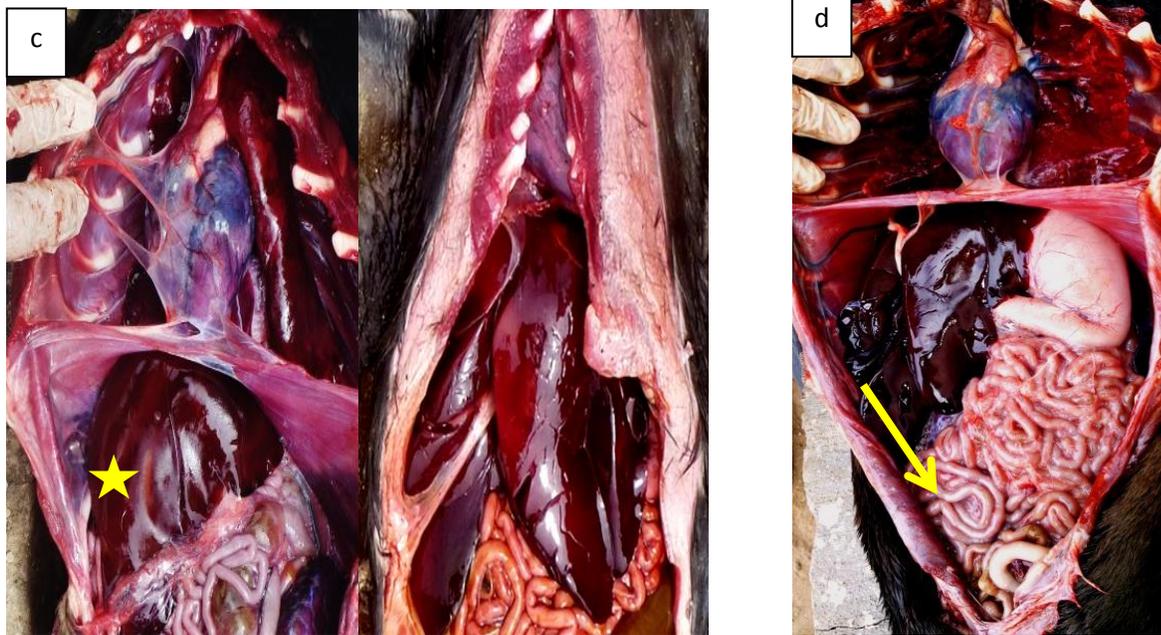
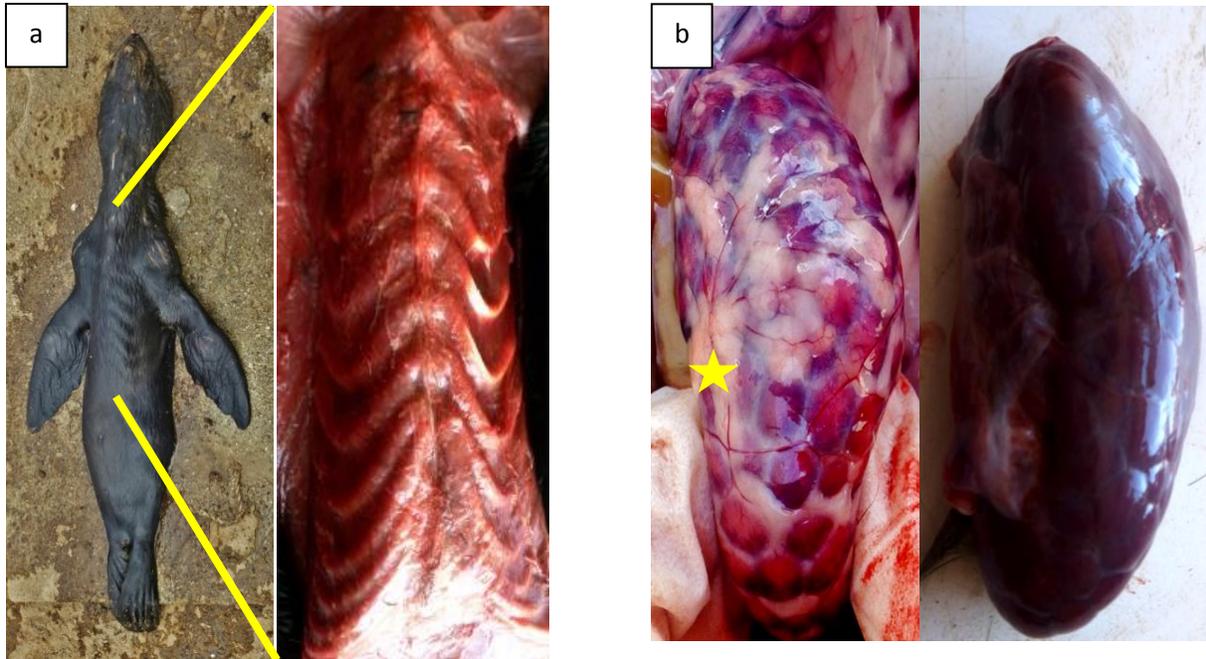
Las infecciones pulmonares y peritoneales se encontraron en julio y agosto en la misma proporción (1:1). A simple vista se observaron áreas multifocales de consolidación y congestión en pulmón, mientras que en peritoneo depósitos de fibrina (Figura 19 d). Ambos se encontraban delgados al momento de la necropsia.

Los decesos catalogados como no determinados 59.1% (n=13) fueron más frecuentes en julio. Esta mayor prevalencia podría asociarse a la presencia de un fuerte oleaje, marea y viento que impidió un monitoreo continuo (una semana), por lo que los cadáveres mostraban cambios postmortem significativos que dificultaron su análisis.

En general no se observaron parásitos durante las necropsias. Los traumas y aplastamientos representaron la primera causa de mortalidad de neonatos de lobo fino de Guadalupe seguido por los cuadros de inanición durante la temporada reproductiva 2013.



**Figura 18.** Traumas frecuentes en neonatos de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*). (a) Fractura radial de la caja craneana. (b) Hematoma subaracnoideo. (c) Hemoperitoneo por rotura hepática lobular. (d) Rotura hepática lobular. Temporada reproductiva 2013.



**Figura 19.** Cuadros de inanición e infección en neonatos de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*). (a) Inanición severa. Ausencia de tejido adiposo. (b) Presencia (izq) y ausencia (der) de grasa perirrenal. (c) disminución del volumen hepático por inanición (izq) e hígado de tamaño normal y congestionado (der) (d) Peritonitis. Depósitos fibrinoides en peritoneo. Temporada reproductiva 2013.

## Temporada reproductiva 2014

Durante la temporada reproductiva 2014 se estimó una tasa de mortalidad del 8.25% (n=99) para el sitio de muestreo. El 13.1% (n=13) de los decesos estuvieron asociados a traumas/aplastamientos, el 19% (n=30) a cuadros de inanición, el 9.1% (n=9) a ahogamiento (asfixia por inmersión), el 3% (n=3) a infecciones, 3% (n=3) nacidos muertos y el 41.4% (n=41) no determinado.

Todos estos diagnósticos presuntivos se realizaron a nivel macroscópico. Para junio, el 69.2% de los neonatos murieron por traumas y aplastamientos, mientras que para julio el 30.8% estuvo relacionado con esta causa de muerte. Estos se caracterizaban por craneoencefálicos y torácicos, así como lo reportado para la temporada de 2013.

En un caso se observó a un neonato agonizando con disnea, por lo que se procedió a realizar un seguimiento del mismo. A simple vista el individuo presentaba un abultamiento en la mandíbula inferior, a la altura de la laringe; éste se palpo y su consistencia era friable (Figura 20 a). Al palpar de manera general y sistemática al neonato, este crepitaba. Posterior a su deceso, se procedió a la necropsia. A la altura de la laringe se observó edema y hematoma de los músculos esternocefálicos (Figura 20 b), esternohioideos, cricoaritenideo lateral y transversal, desgarramiento de la membrana tirohioidea y fractura del cartílago aritenoides y desgarramiento y hematoma del músculo aritenoides transversal (Figura 20 c). También fue evidente un enfisema subcutáneo generalizado (Figura 20 d).

Los cuadros de inanición fueron frecuentes hacia el término de la temporada reproductiva, 43.8% (n=13) en julio y 56.2% (n=17) en agosto. Para agosto, los neonatos alcanzaron los pesos más bajos reportados, siendo de hasta 3.1kg. A simple vista, en esos casos, era evidente la protuberancia de la columna vertebral, la cadera y las costillas, al igual que hundimiento ocular, pelo opaco y áspero al tacto.

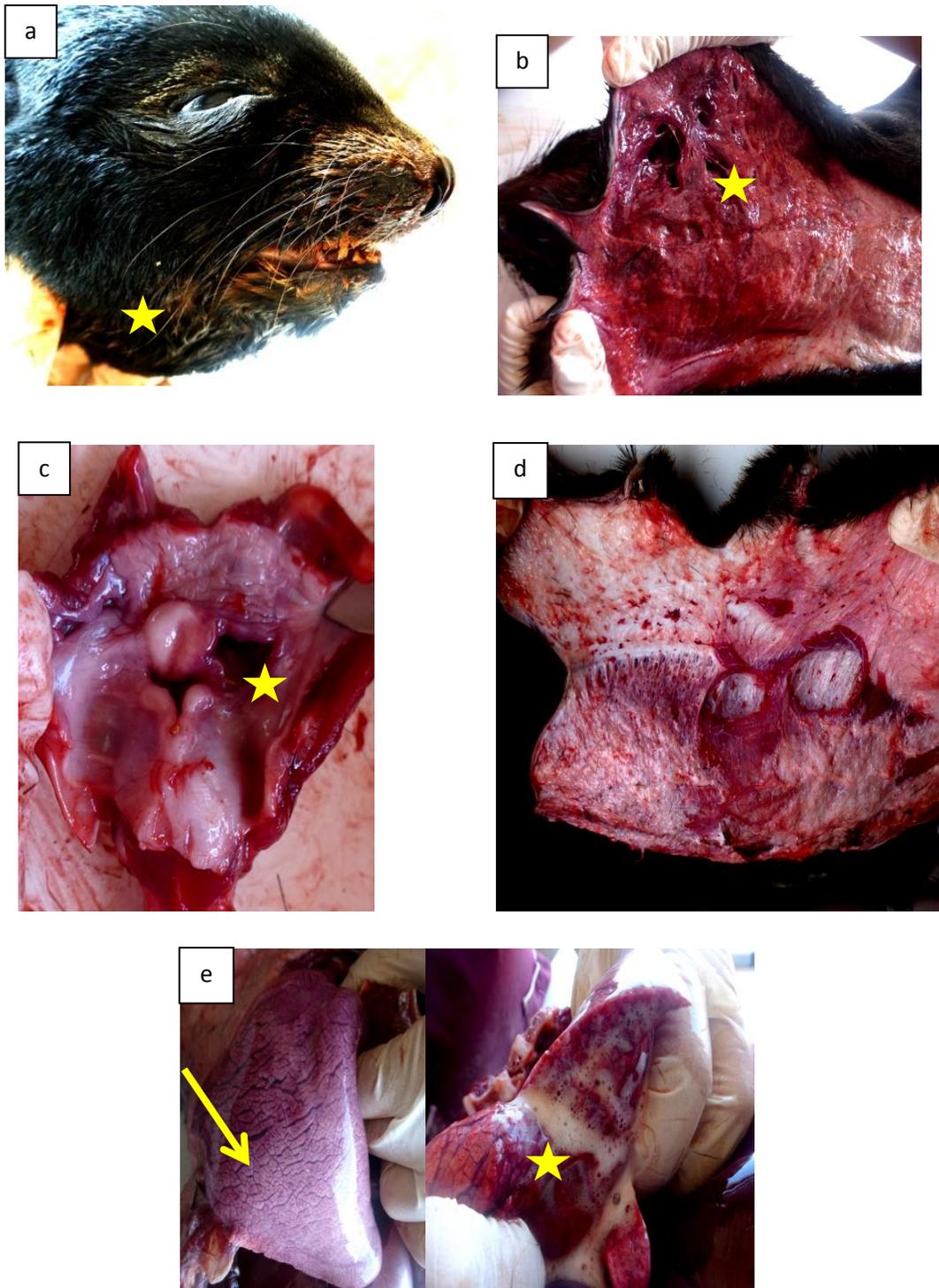
Los ahogamientos se observaron con mayor frecuencia en julio con 77.8% (n=7), coincidiendo con los días de fuerte oleaje, viento intenso y marea alta. Estas

crías presentaron pulmones edematizados, separación de los septos pulmonares y equimosis, liquido en tráquea, esófago, estómago. Al corte, los pulmones presentaban material espumoso y liquido translucido (Figura 20 e).

En general, las infecciones se presentaron en julio (66.7%, n=2), con casos aparentes de neumonía (n=2) y enteritis (n=1). Los pulmones (n=2) se caracterizaron a nivel macroscópico por congestión y áreas de consolidación cráneo-ventral, correspondientes a neumonía severa. El intestino delgado (n=1) presentó hiperemia de la mucosa intestinal y petequias con contenido leve y secreción amarillenta. Aparentemente las crías no se encontraban en mala condición corporal.

Durante el período de estudio se registraron nacimientos de n=3 neonatos muertos (3.3% julio y 66.7% agosto). Estos presentaban restos de placenta, cordón umbilical, meconio, pulmones atelectásicos y rojizos sin flotabilidad.

En el 53.7% (n=22) de los neonatos en junio y 31.7% (n=19) de neonatos en julio las causas de muertes fueron indeterminadas, esto podría estar relacionado a que algunos días no se pudo realizar el monitoreo diario por lo que los cadáveres estaban en avanzado grado de descomposición, similar a lo observado en el 2013.



**Figura 20.** Trauma y ahogamiento en neonatos de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*). (a) Abuldamiento submandibular. (b) Hematoma, edema y desgarre del músculo esternocéfálico. (c) Laringe. Fractura del cartílago aritenoides y desgarre y hematoma del músculo aritenoides. (d) Enfisema subcutáneo generalizado. (e) Pulmón. Izq. (a). Edema pulmonar grave, rotura septal y equimosis (izq). Presencia de material espumoso al corte (der). Temporada reproductiva 2014.

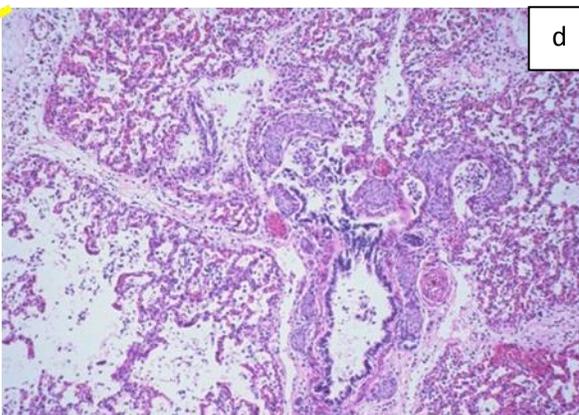
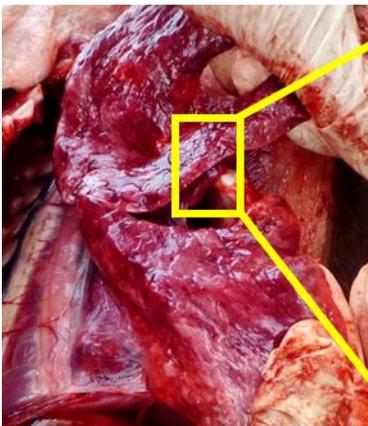
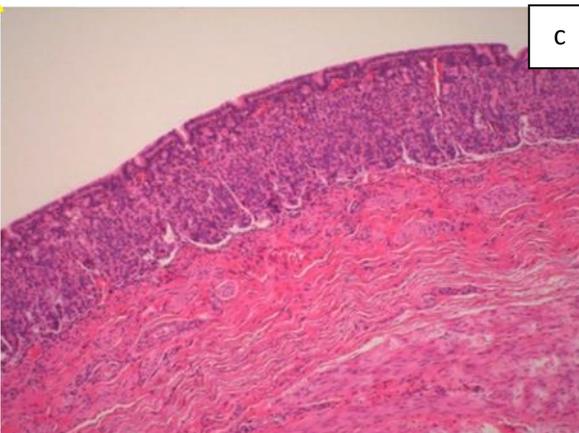
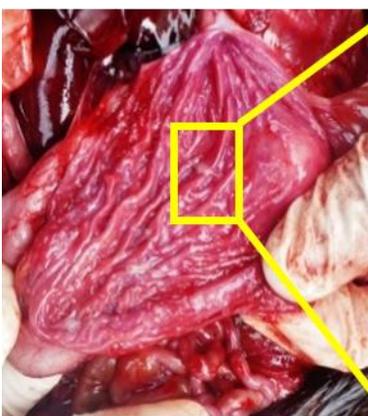
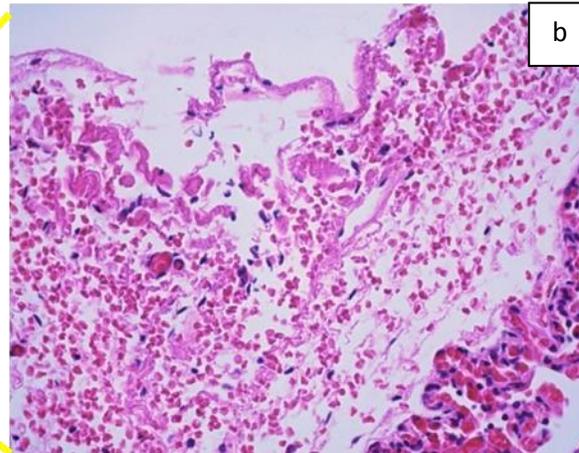
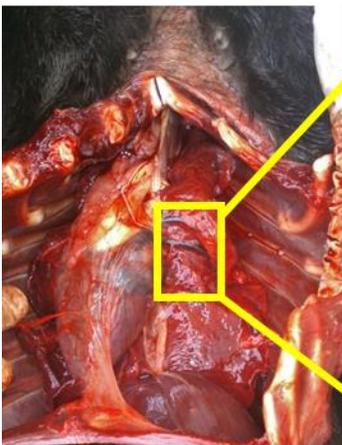
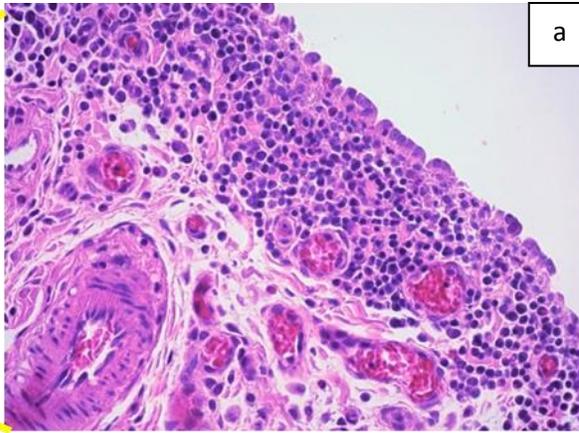
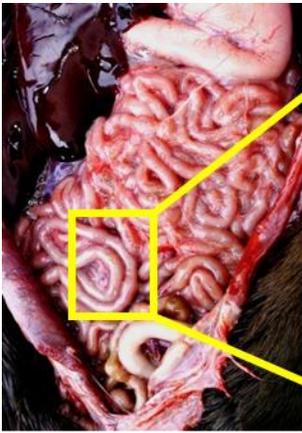
## **b) Análisis microscópico**

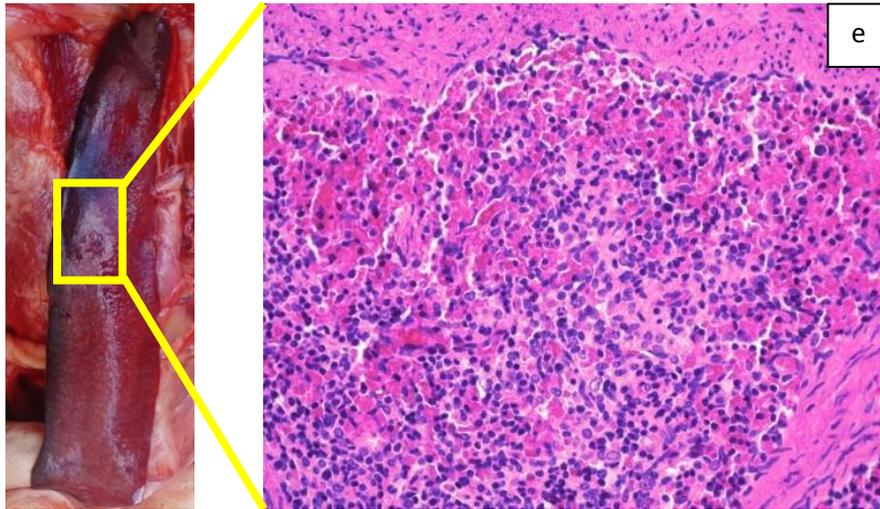
### **Temporada reproductiva 2013**

De acuerdo al análisis histopatológico solamente 15/20 muestras a nivel microscópico estaban en un óptimo estado de conservación para su correcta descripción. En los tejidos analizados como el renal, hepático, pulmonar, intestinal y del bazo se observó congestión.

En hígado se observó congestión difusa en un 66% (n=10) necrosis multifocal e infiltración de celular inflamatorias linfocíticas y de macrófagos leve en un 26% (n=4) En intestino se observó un caso de peritonitis grave difusa con presencia de hiperplasia de las células mesoteliales activas (Figura 21 a). El mismo individuo presentaba hiperplasia linfoide en colon, hemorragia subpleural (Figura 21 b) y atrofia de la mucosa gástrica (Figura 21 c).

Por otra parte, en un pulmón, se observó un proceso infeccioso correspondiente a una neumonía intersticial grave multifocal con hiperplasia del epitelio bronquioalveolar e infiltración de células linfocíticas y macrófagos (Figura 21 d). Se le realizo tinción gram y no se encontraron bacterias asociadas a las lesiones. En bazo se observó necrosis de centros germinativos multifocal (26%; n=4), linfonecrosis (26%; n=4) y atrofia linfoide multifocal (13%: n=2) (Figura 21 e).





**Figura 21.** Hallazgos microscópico en tejidos de neonatos de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*). (a) Intestino delgado. Tinción H&E. Serosa intestinal. Hiperplasia de células mesoteliales activas y presencia de células inflamatorias de origen linfoide, macrófagos y pocos neutrófilos. (b) Pulmón. Tinción H&E. Hemorragia subpleural localizada. (c) Estómago. Tinción H&E. Atrofia y congestión generalizada de la mucosa gástrica. (d) Pulmón. Tinción H&E. Neumonía intersticial grave multifocal con hiperplasia del epitelio bronquioalveolar e infiltración de células linfocíticas y macrófagos. (e) Bazo. Tinción H&E. Necrosis y atrofia linfoide multifocal. Temporada reproductiva 2013.

### c) Análisis virológico

#### Temporada reproductiva 2013

La detección de Parvovirus canino y *Salmonella enteritidis*, fue negativa para los 10 tejidos de intestino a través de la técnica de PCR. A la muestra de pulmón que presentaba neumonía intersticial grave multifocal se le realizó PCR para la detección de Morbilivirus canino, la cual fue negativa. Los 30 neonatos vivos de lobo fino de Guadalupe a los cuales se les aplicaron kits diagnósticos de flujo lateral para la presencia de antígenos de distemper (CCV) y parvovirus canino (CPV-2) a través de hisopados oculares y rectales fueron negativos.

#### **d) Análisis parasitológico**

##### **Temporada reproductiva 2013 y 2014**

No se observaron a nivel macroscópico parásitos gástricos, intestinales o pulmonares durante la temporada 2013 y 2014. Sin embargo, no se descarta su presencia en otras etapas parasitarias de crecimiento.

## VIII. DISCUSION

A partir de los sitios de muestreo dentro de la colonia de la Isla Guadalupe se tiene que (1) la tasa de mortalidad neonatal del lobo fino de Guadalupe fue de 5.2% para 2013 y de 8.2% para 2014; (2) en ambas temporadas las causas de mortalidad fueron naturales; sin embargo para 2014 incrementaron los casos de inanición; (3) No se encontraron diferencias significativas en la tasa de crecimiento entre sexos durante 2014; (4) la mayor tasa de pérdida de peso se observó en neonatos macho durante 2014; (5) para 2013 no se identificaron a Morbilivirus ni Parvovirus canino como causales de enfermedad y fallecimientos de neonatos.

### 1. Morfometría y tasa de crecimiento neonatal

La diferencia en peso y longitud estándar al nacimiento entre especies de otáridos se ha asociado al dimorfismo sexual, producto de un sistema de reproducción poligínico (Scheffer, 1981; Higgins *et al.*, 1988; Capozzo *et al.*, 1991; Lindenfors *et al.*, 2002). Sin embargo, posterior al nacimiento, la disponibilidad de alimento es determinante en el crecimiento individual, por lo que el crecimiento neonatal depende de factores ecológicos, biológicos y físicos, siendo un buen indicador de estrés poblacional (Boltnev *et al.*, 1998; Osman *et al.*, 2010). Para la temporada reproductiva 2014, el peso y longitud estándar en neonatos de lobo fino de Guadalupe no fueron significativamente distintos entre sexos y se estimaron en  $5.2 \pm 0.05$  kg y  $69.1 \pm 3.4$  cm, significativamente, similar a lo observado en la temporada reproductiva 2013 con  $5.3 \pm 0.84$ kg y  $67.2 \pm 3.5$ cm. Estos resultados son similares a lo reportado por Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza (2010) entre 1991 y 1993, donde el peso y longitud estándar promedio fueron de  $4.9 \pm 0.5$ kg y  $64.4 \pm 4.3$ cm, respectivamente. Estos autores solo observaron diferencias significativas al nacimiento en la longitud estándar entre sexos pero no entre años. Aun así, al contrastar la longitud estándar de 2013 y 2014 con el trabajo de Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza (2010) se aprecian neonatos aparentemente más largos en el presente estudio (Anexo 1). Estas diferencias, incluidas las de peso al nacimiento, se han observado en neonatos de otros pinnípedos (Bester y Jaarsveld, 1994; Boltnev *et al.*, 1997; Coltman *et al.*, 1998; Ochoa-Acuña *et al.*,

1998; Trillmich, 1986; Chilvers *et al.*, 2007) y de especies de lobo fino, como el del Norte, donde se ha visto una alta variabilidad en peso y longitud estándar, entre sexos y entre temporadas, relacionándolo a las fluctuaciones en la disponibilidad de recursos (Boltnev *et al.*, 1997). Similar a lo observado en el lobo fino Subantártico (Bester y Jaarsveld, 1994), lobo fino de Juan Fernández (Ochoa-Acuña y Boness, 1998) y lobo fino de Galápagos (Trillmich, 1986), donde también se ha relacionado a variaciones en la inversión materna entre sexos durante la gestación (Clutton-Brock, 1989; Osman *et al.*, 2010), a la experiencia y edad de las madres, ya que las más jóvenes dan a luz a neonatos más ligeros (Lunn *et al.*, 1994; Coltman *et al.*, 1998), al tamaño de los machos reproductores (Capozzo *et al.*, 1991) y de las hembras, ya que las de mayor tamaño paren neonatos de mayor talla (Coltman *et al.*, 1998; Chilvers *et al.*, 2006); al número de partos de las hembras, ya que se sugiere que las multíparas presentan un mayor desarrollo de los vasos sanguíneos uterinos, mejorando el aporte de nutrientes en gestaciones sucesivas (Trites, 1991). Aunque también se ha determinado que la composición corporal según el sexo del feto pueden influir en su talla, donde las hembras almacenan más grasa (Arnould *et al.*, 1996) y los machos presentan mayor desarrollo óseo, con una mayor longitud estándar y peso al nacimiento (Trites, 1991), a pesar de que el consumo de leche entre sexos es similar (Arnould *et al.*, 1996).

Estos factores podrían influir en las diferencias en la morfometría de neonatos de lobo fino de Guadalupe durante 1991, 1992, 1993, 2013 y 2014. Sin embargo, se deben de considerar otros factores intrínsecos de la especie que podrían tener un efecto sobre la morfometría de lobo fino de Guadalupe, como lo es la variabilidad genética. En la foca común de Isla Sable, Canadá, se determinó que el peso al nacimiento y supervivencia neonatal estaba influenciado por la heterocigosidad de las crías, sexo y edad de la madre (Coltman *et al.*, 1998). Aunque el lobo fino de Guadalupe presenta una baja variabilidad genética (Weber *et al.*, 2004), las diferencias en la longitud al nacimiento entre temporadas, podría relacionarse a estas diferencias y a la disponibilidad del alimento durante la gestación y lactancia, ya que se sugiere que la masa del feto depende

principalmente de las variaciones en el ambiente, mientras que la longitud a las diferencias genéticas dentro de la especie (Promislow y Harvery, 1990; Boltnev *et al.*, 1997), actuando la talla al nacimiento como un indicador del crecimiento fetal y de la disponibilidad de presas de la zona (Boltnev *et al.*, 1997).

Para 2013 y 2014 el incremento de peso entre meses fue evidente y de acuerdo a lo esperado durante la etapa de lactancia. Para 2014 no se encontraron diferencias significativas de los 0 los 43 días para peso y longitud estándar entre sexos, al igual que para el 2013 a los 70 días de edad. Sin embargo, para agosto de 2014, los neonatos fueron significativamente más delgados y largos respecto a los de agosto del 2013. Esto podría estar relacionado al pequeño tamaño de muestra obtenido durante el 2013. Anteriormente Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza (2010) encontraron que los machos a los 40 días fueron significativamente más pesados que las hembras (machos:  $10.6 \pm 1.4$ kg,  $n=28$  y hembras:  $9.7 \pm 0.6$ kg,  $n=13$ ) y aparentemente mayores a los observados en 2014 y similares al 2013, en contraste con la longitud estándar que en 2014 fue mayor significativamente respecto a 2013. Sin embargo, las comparaciones de este trabajo con el de Gallo-Reynoso y Figueroa Carranza (2010) no son válidas debido a las diferencias en la fecha de muestreo, el número de individuos y la falta de disponibilidad de datos para realizar los análisis estadísticos correspondientes. Los resultados de ANCOVA para el 2014 muestran que el peso estaba relacionado significativamente con la longitud estándar, pero no con el sexo de los individuos. Sin embargo, estudios sugieren que existen diferencias ligadas al sexo y no durante la lactancia, tal es el caso del lobo fino del Norte (Trites y Big, 1996) y el lobo fino de Nueva Zelanda (McKenzie *et al.*, 2007). Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza (2010) no encontraron diferencias significativas entre sexos en el peso hasta los 40 días y en la longitud estándar al nacimiento de neonatos de lobo fino de Guadalupe, donde la variabilidad de los datos se asoció a los largos viajes de alimentación de las hembras y al tiempo de atención a los neonatos, sugiriendo que el incremento en la temperatura superficial del mar (El Niño/ ENSO; 1991 y 1992) alargó los viajes de alimentación de las hembras, cuando los neonatos tenían más de 40 días (finales de agosto), reflejándose también en el incremento

de la mortalidad neonatal (Gallo, 1994.) Estos resultados son similares a lo reportado en la temporada reproductiva 2014, donde hacia el término de la temporada reproductiva (agosto) se reportó el mayor incremento anormal de la temperatura superficial del mar 2014 ( $+0.84 \pm 0.04$ ) respecto al 2013 ( $+0.63 \pm 0.06$ ), incluso mayor a lo observado desde 2005 (NOAA, 2015). Para 2014, también se reportó una mayor tasa de mortalidad y un menor peso neonatal en contraste con los antecedentes en la especie. Precisamente en el verano de 2014 se reportó una disminución de 56% de la pesca del calamar *Doryteuthis opalescens* en California, EUA (2014: 14,202.30t, y 2013: 25,202.61t) (California Department of Fish and Wildlife, 2015). Se presentó un fenómeno similar en Ensenada, B.C., México, donde las capturas de calamar fueron bajas para 2014 y en algunos meses nulas (Navarro Valenzuela, com. pers.). Para agosto de 2014, la captura de *D. opalescens* fue de 34,990 kg, y de 1,016,887.10 kg para agosto del 2013 (CONAPESCA, 2015). Este factor en la disponibilidad de alimento es importante si se considera que el lobo fino de Guadalupe es un depredador teutófago, que incluye a *D. opalescens* en su dieta (Gallo-Reynoso, 1994; Gallo-Reynoso *et al.*, 2000; Camacho y Ríos, 2004; Hernández-Montoya, 2009). Una evidencia de esta relación fue reportada por Lowry y Carretta (1999), quienes encontraron menores tallas del calamar *D. opalescens* en la dieta del lobo marino de California en California, durante los eventos de El Niño de 1982–1983 y de 1992–1993. La reducción de peso en eventos asociados al incremento de la temperatura superficial del mar se ha visto en diferentes especies de otáridos. Tal es el caso de crías de lobo fino de Galápagos siendo de 9% a 10% más ligeras respecto a otras temporadas ( $3.06 \pm 0.34$ kg en 1983 (n=10) y  $3.35 \pm 0.2$ kg en 1981 (n=11) (Trillmich y Limberger, 1985). En general el crecimiento neonatal puede verse alterado, considerando que resulta de las diferencias entre el incremento de masa obtenida a partir de la leche materna y su pérdida producto del metabolismo (Guinet *et al.*, 1999), por lo que depende de la disponibilidad de alimento (Boness *et al.*, 1994; Chambellant *et al.*, 2003).

La tasa de crecimiento en lobo fino de Guadalupe no fue significativamente distinta entre sexos pero si entre meses en 2013 (a los 70 días de edad) y 2014 (a los 43 días de edad), reportándose significativamente mayor en agosto, seguida de junio y julio. El incremento de la longitud estándar fue similar en todos los meses, un patrón que también fue reportado en el lobo fino del Norte (Boltnev *et al.*, 1998). Anteriormente Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza (2010) estimaron que para el lobo fino de Guadalupe se presentaba una mayor tasa de crecimiento neonatal en machos que en hembras (Anexo 2). Sin embargo, en la temporada reproductiva 2014 no se encontraron diferencias significativas entre sexos pero si con la edad de los neonatos. A los 40 días edad en el estudio de Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza (2010) se reporta una tasa de crecimiento similar a los 43 días del presente trabajo pero en esta última con una variabilidad de hasta 100gr. Figueroa-Carranza (1994) encontró diferencias significativas en la duración de los viajes de alimentación de hembras con cría en 1992 ( $9.0 \pm 6.4$ ) y 1993 ( $13.5 \pm 7.0$ ) y una relación moderada entre estos viajes y la productividad primaria, sugiriendo que a una menor productividad los viajes se alargaban, reflejándose en una mayor tasa de crecimiento durante 1992. Por lo que a pesar de que las tasas de crecimiento en el lobo fino de Guadalupe para la temporada reproductiva 2013 y 2014 son similares a lo reportado en otras crías de lobos finos (Ochoa-Acuña *et al.*, 1998; Lea y Hindell, 1997), es posible que los resultados obtenidos en el presente estudio sean menores a las tasas esperadas en años normales. Esto también se pudo observar en una alta tasa de pérdida de peso de lobo fino de Guadalupe (2014), que aunque fue de  $16.27 \pm 6.36$  gr/día, varió significativamente entre meses, presentándose para agosto: la mayor tasa de pérdida de peso ( $316.0 \pm 258$  gr/día), la menor tasa de crecimiento de longitud estándar ( $0.10 \pm 0.11$  cm/día), una mayor tasa de ganancia de peso ( $170.6 \pm 115.6$  gr/día y  $0.32 \pm 0.23$  cm/día), y donde los machos presentaron una mayor tasa de pérdida de peso durante la temporada. Para el 2013 no se realizaron recapturas, por lo que no se obtuvo el promedio de la pérdida de peso de los neonatos. Es interesante observar como para el mismo mes algunos neonatos perdieron masa y otros la incrementaron considerablemente. Figueroa-Carranza (1994) estimó que la tasa

de pérdida de peso promedio para crías de lobo fino de Guadalupe era de  $134.4 \pm 46.0$  gr/día en machos ( $n=5$ ) y de  $144.6 \pm 60.0$  gr/día en hembras ( $n=3$ ), durante 11 días de ayuno, menor a lo observado en 2014. Sugirieron que la pérdida de peso estaba relacionada a la disminución de tejido graso producto del porcentaje de grasa de la leche materna, fue variable, ya que para 1992 (año Niño) fue de  $40.79 \pm 2.38\%$  y para 1993 (Post-Niño) ( $n=3$ ) de  $45.51 \pm 4.14\%$ . En el presente estudio (2014) con lobo fino de Guadalupe se reporta una mayor tasa de pérdida de peso en machos e incluso en comparación con otras especies de lobos finos y algunos lobos marinos, como el lobo marino de Steller (6 semanas) donde se calculó una tasa de pérdida de peso promedio de  $0.7 \pm 0.1$  kg/día (Rea *et al.*, 2000). En neonatos del mismo sexo y peso de lobo fino Antártico se observó que la tasa de crecimiento de los machos era mayor al de hembras; sin embargo la tasa de pérdida de peso en hembras era mayor (hembra de 10-kg perdía 42 gr/día más que un macho del mismo peso). Lo cual sugería diferencias metabólicas, de actividad y composición del cuerpo entre sexos (Guinet *et al.*, 1999). Contrariamente a lo reportado en la misma especie, la tasa de pérdida de peso no varió entre sexos, aunque las hembras presentaban una mayor proporción de tejido graso (Arnould *et al.*, 1996). Lo mismo observado en crías de lobo fino Subantártico, cuya tasa de pérdida de peso ( $149 \pm 5$  gr/día) era producto de la reducción del 56% grasa, 10% proteína y 34% de agua. Sin embargo, se identificaron diferencias en el uso de reservas metabólicas durante los periodos de ayuno, donde las hembras utilizaban preferentemente el catabolismo de proteínas que los machos, por lo que estas presentaban también una mayor cantidad de tejido adiposo (Beauplet *et al.*, 2003), similar a lo anteriormente propuesto en crías de lobo fino Antártico (Arnould *et al.*, 2001). Por lo que estas diferencias entre la tasa de crecimiento y la tasa de pérdida de peso podrían darnos información de las posibles variaciones en la inversión materna (según talla, experiencia, condición corporal, etc.) y de las crías (diferencias metabólicas, patrones de crecimiento, comportamiento, etc.). De acuerdo a lo anterior, los resultados en lobo fino de Guadalupe (2014) podrían estar relacionados a diferencias en la composición corporal (% grasa y % proteína) y su uso entre sexos, donde el uso

estaría en función de la duración del ayuno, observándose una mayor pérdida hacia el término de la temporada reproductiva y coincidiendo con un incremento del número de neonatos que murieron por inanición. Considerando que el lobo fino de Guadalupe presenta un periodo largo de lactancia, de viajes alimentación y por el calentamiento observado en 2014, es posible que los periodos de ayuno se hayan extendido dentro de la colonia.

## **2. Mortalidad neonatal**

### **2.1 Tasa de mortalidad**

Los antecedentes sobre las causas de mortalidad (Hanni *et al.*, 1997) y varamientos (Moore *et al.*, 2009) de lobo fino de Guadalupe son escasos. En crías se ha reportado una mortalidad de 33% durante el Huracán “Darby” en 1992 y de 9% para 1991 y 1993 (Gallo-Reynoso, 1994). Para el 2013 y 2014, la mortalidad fue menor a lo anteriormente reportado en lobo fino de Guadalupe y a lo observado en otras especies de lobos finos, como el de Nueva Zelanda (20%) (Mattlin, 1978); al lobo fino Sudamericano (10%) (Paves, 2007); al lobo fino Subantártico (9%-10.9) (Georges y Guinet, 2000; Hofmeyir *et al.*, 2006). En esta etapa de crecimiento la variabilidad en las tasas y causas de mortalidad se han relacionado a las características topográficas de la colonia (Bradshaw *et al.*, 1999; George y Guinet, 2000; Peterson *et al.*, 1968), a la densidad poblacional (Katz *et al.*, 2012; Reid y Forcada, 2005), a enfermedades (Seguel *et al.*, 2009; Wilkinson *et al.*, 2006;), a la disponibilidad de alimento (Bradshaw *et al.*, 2000, Georges y Guinet, 2000), al comportamiento de la especie (Castinel *et al.*, 2007; Kaplan *et al.*, 2008, Maloney *et al.*, 2008) y a las variaciones climatológicas (Trites, 1990). En este sentido, los cuadros de inanición (Spraker y Lander, 2010), traumas (Harcourt, 1992), infecciones (Castinel *et al.*, 2007), ahogamiento por inmersión (Seguel *et al.*, 2009), nacidos muertos (Castinel *et al.*, 2007) y anomalías congénitas (Spraker y Lander, 2010) son las que se reportan comúnmente. Su prevalencia varía según la especie y la temporada.

La baja tasa de mortalidad en neonatos de lobo fino de Guadalupe durante la temporada 2013 y 2014, así como en 1991 y 1993 (Gallo-Reynoso y Figueroa-

Carranza, 2010) coinciden con lo mencionado por Weber et al. (2004), quienes sugirieron que el crecimiento y supervivencia de las crías de lobo fino de Guadalupe son las razones de la recuperación poblacional.

## **2.2 Causas de mortalidad**

En neonatos de lobo fino de Guadalupe los traumatismos representaron el primer lugar de mortalidad para el 2013 y el segundo para el 2014. Mientras que los cuadros de inanición representaron la primera causa de mortalidad para el 2014 y la segunda para el 2013. Los traumatismos en ambos periodos se caracterizaron por ser de tipo (1) craneoencefálico, con fracturas de la caja craneana y hematomas extradúrales y (2) torácico-abdominales, con costillas fracturadas, hemoperitoneo y roturas hepáticas lobulares. Sus prevalencias son similares a lo reportado en neonatos de lobo fino Sudamericano al igual que las lesiones (Seguel *et al.*, 2009). Este tipo de hallazgos se han asociado a la agresión de hembras y a la alta densidad poblacional (Katz *et al.*, 2012). Spraker y Lander (2010) observaron que los daños en crías de lobo fino del Norte fueron indirectos y asociados a actividades territoriales de defensa y adquisición de territorios por machos adultos. Lo mismo se ha reportado por Castinel et al. (2007) en el lobo marino de Nueva Zelanda, donde la topografía arenosa y abierta no ofrecían protección suficiente a las crías. Mientras que sustratos rocosos/cuevas (como los que predominan en las áreas de lobo fino de Guadalupe de Isla Guadalupe) actúan como una protección mayor, favoreciendo una baja tasa de traumatismos, tal y como se ha observado en crías de lobo fino Subantártico (George y Guinet, 2000) y lobo fino del Norte (Kiyota y Okamura, 2005).

En la zona de Punta Sur, durante el pico máximo de nacimientos de lobo fino de Guadalupe, el alto número de individuos adultos, la conducta agresiva de la especie y el estrecho territorio, ocasionan un importante hacinamiento, por lo que los neonatos se refugian utilizando a su madre o bien en pequeñas cuevas, hoyos y hendiduras rocosas. Existe preferencia de esta especie por establecer zonas de crianza, reproducción y descanso en la costa este y sur, debido a la protección que ofrecen sus características topográficas y batimétricas (Hernández-

Montoya, 2009) contra factores como el oleaje intenso (Arias, com. pers.). Es posible que el sustrato rocoso, producto del origen volcánico de la isla, las fluctuaciones en el número de individuos, el grado de hacinamiento que puede existir entre temporadas, al considerar que es esta es una especie en proceso de expansión (Esperón–Rodríguez y Gallo–Reynoso, 2012) y las condiciones climatológicas, influyan en la prevalencia de traumatismos a través del tiempo.

Los fallecimientos de neonatos que se asociaron a inanición, se caracterizaban por involucrar individuos con pobre condición corporal (prominencia de la columna vertebral, coxis y costillas, hundimiento ocular y un pelaje áspero y seco). A la necropsia era evidente la disminución o la depleción total de la hipodermis, de la grasa retroperitoneal y perirrenal, disminución del parénquima hepático y un estómago pequeño y sin contenido. En crías de lobo fino de Nueva Zelanda se han observado cuadros de inanición y ausencia de tejido adiposo (Mattlin, 1978). Lo mismo descrito en el fino del Norte, evidenciando también atrofia hepática, muscular y patologías gastroentéricas (Keyes, 1965). Recientemente, en la misma especie Spraker y Lander (2010) describieron un pequeño tamaño intestinal y hepático. Al comparar el peso de los neonatos muertos por inanición del 2013 y 2014 con los datos de neonatos vivos de 1991, 1992 y 1993 del trabajo de Gallo-Reynoso y Figueroa Carranza (2010), los neonatos muertos del 2014 eran aparentemente en promedio 1.8 kg más ligeros y 1.6cm más largos. No se cuenta con los datos de años anteriores por lo que no se realizaron análisis estadísticos que permitieran contrastar y conocer las posibles diferencias entre años. Sin embargo, al comparar los promedios de peso y longitud estándar de los neonatos vivos del 2013 ( $5.0 \pm 0.84\text{Kg}$  y  $67.4 \pm 3.8\text{cm}$ ) y del 2014 ( $5.2 \pm 0.78\text{Kg}$  y  $68.1 \pm 3.4\text{cm}$ ) con los neonatos muertos de los mismos años, los últimos eran significativamente más livianos (2.1kg) y más pequeños (2.5cm). Los pesos de los neonatos muertos del 2013 y 2014 variaron entre sí, principalmente para el mes de agosto, donde se registró una alta prevalencia de cuadros de inanición y los menores pesos totales (3.8kg (2013) y 3.1kg (2014)). A grandes rasgos, las muertes asociadas a inanición se han relacionado a la disponibilidad de presas, a la habilidad materna para encontrarlas y capturarlas y a su estado de

nutrición (Bradshaw *et al.*, 2000, Georges y Guinet 2000). En la habilidad materna se considera la experiencia de la madre (Doidge *et al.*, 1984), la falla en el vínculo entre la madre y cría, su estado de salud (Castinel *et al.*, 2007; Maloney *et al.*, 2008; Kaplan *et al.*, 2008), la duración de sus viajes de alimentación (Katz *et al.*, 2012; Reid y Forcada, 2005) donde el lobo fino de Guadalupe es uno de las tres especies con viajes de alimentación más largos en otáridos ( $14.4 \pm 8.3$  días) (Gallo-Reynoso *et al.*, 2008). En un estudio con hembras lactantes de lobo fino Antártico encontraron que la condición de las hembras y la duración de los viajes de alimentación reflejaban la disponibilidad de alimento, reportando una mortalidad del 33% en crías (66% por inanición) (Costa *et al.*, 1989), anteriormente calculada en un 22-40% (Croxall *et al.*, 1988). Se hipotetiza que el incremento de los cuadros de inanición de neonatos de lobo fino de Guadalupe para el cálido 2014 estuvo relacionado con alteraciones en la disponibilidad de presas en el medio.

La prevalencia de enfermedades como causales de decesos en neonatos de lobo fino de Guadalupe en ambas temporadas fue baja. Para el 2014, a nivel macroscópico se observaron dos casos de neumonía y uno de enteritis. Para el 2013 se contabilizó un individuo con neumonía y peritonitis, donde se identificó una neumonía de tipo intersticial grave multifocal, hiperplasia del epitelio bronquioalveolar e infiltración de células linfocíticas y macrófagos y presentaba mala condición corporal (3.5kg). De acuerdo a estos resultados se sugiere un proceso viral. La técnica PCR fue negativa para la identificación de Morbilivirus canino y corroborado a nivel microscópico, debido a la ausencia de cuerpos intracitoplasmáticos acidófilos en epitelio bronquial, los cuales se han observado en otros mamíferos marinos como la foca común, foca gris (*Halichoerus grypus*), foca Baikal (*Phoca siberica*), delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) (Kennedy *et al.*, 1998). El fallecimiento del neonato de lobo fino de Guadalupe no se asoció a dicho virus. Tampoco las pruebas diagnósticas de flujo lateral identificaron a Parvovirus y Distemper canino como causales de enfermedades entéricas y respiratorias en los neonatos vivos. Aunque algunas veces existe una mínima ocurrencia de falsos negativos (enfermedad presente y resultado negativo). Sin embargo, la sensibilidad y especificidad de la prueba empleada para minimizar

este error fue aceptable (Gómez de la Cámara, 1998). A pesar de que a partir de PCR no se identificaran ambos virus, no se descarta la exposición de éstos en la población, ya que pueden ser específicos. Por ejemplo, para Morbilivirus se ha identificado a Morbilivirus de marsopas (Fowler y Miller, 1999), de ballena piloto (Taubenberger, 2000) y de delfines (Taubenberger *et al.*, 1996; Dierauf y Gulland 2001). Debido a lo anterior se consideran variaciones de una misma especie del virus (Barrett *et al.*, 1999; Taubenberger *et al.*, 1996; Dierauf y Gulland 2001). En mamíferos marinos (por ejemplo focinos) se ha visto que su replicación inicia en bazo, nódulos linfáticos y tonsilas, causando viremia, pirexia y leucopenia. Posteriormente se disemina a leucocitos de la piel, membranas mucosas del sistema respiratorio, gastrointestinal, urogenital y sistema nervioso (Kennedy, 1998; Kennedy *et al.*, 2000). Solo en excretas de lobo marino de California se ha reportado Parvovirus canino (Lin *et al.*, 2011), por lo que no se descarta la presencia de Parvovirus a partir de excretas de lobo fino de Guadalupe y Morbilivirus en otros tejidos como la vejiga urinaria y el sistema nervioso central. Es posible que al momento de la aplicación de la prueba, ambos virus aun no hubieran invadido los epitelios (respiratorio y entérico), siendo indetectables para las pruebas.

Generalmente en pinnípedos los casos de neumonía y bronconeumonía son de las infecciones más frecuentes y vinculadas a un origen bacteriano. En crías de foca común se ha observado bronconeumonías por parásitos/bacterias y por bacterias, como por: *E. coli*, *K. pneumoniae*, *S. epidermidis*, y *Vibrio spp.* (Siebert *et al.*, 2007). Para los casos de enteritis se han asociado a *E.coli* y *Streptococo-alfa* (Spraker y Lander, 2010), *C. perfringens*, *E. beta hemolítico* (Siebert *et al.*, 2007) y enterobacterias, como en crías de lobo fino Sudamericano (Seguel *et al.*, 2011). Este tipo de infecciones se ha relacionado a la presencia de pequeños charcos con agua (reservorios), a la densidad de individuos en tierra y a las condiciones ambientales que favorecen la presencia de cuadros respiratorios (Spraker y Lander, 2010), prevalente en días lluviosos (Spraker y Lander, 2010). Aunque estos cuadros fueron pocos en neonatos de lobo fino de Guadalupe (2013 y 2014), se deben considerar las características topográficas de Isla Guadalupe,

particularmente en el área de Punta Sur, donde el hacinamiento es importante, así como la presencia de charcos y de lluvias y cambios abruptos de temperatura, por lo que estas infecciones a corto y mediano plazo podrían favorecer la prevalencia de patologías pulmonares en esta colonia. Para el caso de peritonitis grave difusa, a pesar de que a nivel macroscópico no se observó alguna herida penetrante en el área abdominal, es posible que a nivel microscópico sí, la cual pudo actuar como una fuente de ingreso de bacterias causales de la infección. En neonatos de otros otáridos la peritonitis se ha vinculado a onfaloflebitis (Spraker y Lander, 2010) y a enteritis parasitaria/bacteremia (Spraker *et al.*, 2007) por penetración de la pared intestinal de *Uncinaria* sp. (Spraker *et al.*, 2004) o cuadros septicémicos por *K. pneumoniae*, *Streptococcus* sp. y *E.coli*. También por la acción abrasiva de la arena (Castinel *et al.*, 2007), y por mordidas causales de pleuritis y peritonitis por: *S. faecalis*, *E.coli*, *A. aerogenes*, *C. perfringens* y *P. mirabilis* (Keyes, 1965) y *E. tarda* en lobo marino de California y lobo marino de Steller (Stroud y Roffe, 1979). Aunque para el 2013 y 2014 no se encontraron parásitos a nivel macroscópico en neonatos de lobo fino de Guadalupe, para la temporada 2014 se identificaron alrededor de 105 cestodos correspondientes a *Diphyllobothrium* sp en duodeno de una hembra adulta (primer reporte en lobo fino de Guadalupe). Este es considerado un parásito intestinal común en lobos finos y lobos marinos (Rausch *et al.*, 2010), como el lobo marino Sudamericano, lobo fino Sudamericano (Sepulveda y Alcaino, 1993) y lobo fino de Juan Fernández (Hernández-Orts *et al.*, 2013). No se asoció como causal del fallecimiento de la hembra. Por otro lado, la atrofia gástrica podría ser el resultado del mal estado nutricional del neonato. Neu (1997) observó degeneración y atrofia de las barreras de la mucosa gástrica, producto de falta de alimento. Mientras que la hiperplasia linfoide en colon se ha relacionado a una respuesta inmune (Ioachim, 1994).

Otra causa de mortalidad identificada en esta etapa de crecimiento en otáridos son los ahogamientos. Para el 2014 en lobo fino de Guadalupe representaron la tercera causa de mortalidad y fueron prevalentes para el mes de julio, donde se observaron días de oleaje fuerte y viento intenso. Los neonatos involucrados presentaban pulmones pesados, edematizados, líquido en tráquea,

esófago, estómago y una buena condición física, ya que se observó una hipodermis prominente y grasa retroperitoneal y perirenal. Lo anterior es similar a lo observado en crías de lobo fino Sudamericano (Seguel *et al.*, 2009). Se considera la marea alta con alto oleaje, como un factor en la disminución de la supervivencia de crías, producto del arrastre (Maniscalco *et al.*, 2008) y alejamiento de su sitio dentro de la colonia (Kaplan *et al.*, 2008). Generalmente las crías localizadas en zonas donde rompen las olas son más propensas a ahogarse (Mattlin, 1978).

En Isla Guadalupe, el área de Punta sur se caracteriza por presentar rompientes de olas, por lo que los neonatos se desplazan a otros sitios para protegerse. Es probable que algunos factores influyeran para que se presentara esta causa de mortalidad en neonatos: 1) que los neonatos presentaban buena condición corporal, 2) las limitaciones locomotoras propias de su edad, 3) la topografía complicada de la zona y 4) la presencia de oleaje intenso, especialmente en 2014, y 5) las lesiones observadas. No se descarta esta causa para 2013, ya que algunos cadáveres pudieron hundirse o bien se desplazaron mar adentro, imposibilitando su registro. Por otro lado, los neonatos nacidos muertos reportados a mediados y a término de la temporada reproductiva para el 2014, presentaban restos de placenta, cordón umbilical, meconio, pulmones atelectásicos y rojizos sin flotabilidad. Otros estudios han determinado que estos se consideran organismos que no presentaron signología respiratoria al nacer, como lo observado en crías de lobo fino Sudamericano (Seguel, 2009). Spraker y Lander (2010) observaron hemorragias en tejido subcutáneo de la cabeza, fracturas de la caja craneana, de la cavidad torácica y lesiones en hígado y hemoperitoneo, determinando que estos murieron durante el parto o antes, debido a su talla. Los golpes en cabeza estaban relacionados a la posición durante el parto y al suelo (Burek *et al.*, 2005; Maniscalco *et al.*, 2008). Se observó un caso similar, de distocia, en lobo fino de Guadalupe durante la temporada reproductiva 2014, diagnosticándose una presentación inadecuada del feto, causando su muerte. En general las distocias son frecuentes en el ganado bovino (Guamán y Teodoro, 2013) y en otras especies (Fowler y Miller, 1999; Batista *et al.*, 2011).

Estas se dividen por su origen, en (1) materno (falta de dilatación del cérvix, contracciones uterinas, anomalías y tumores que obstaculizan el paso del producto, (2) presentación, postura y posición de la cría y (3) teratológico, asociadas a problemas congénitos, como productos bicéfalos, feto doble, etc. (Guamán y Teodoro, 2013).

## IX. CONCLUSIONES

1. Las causas de mortalidad de neonatos de lobo fino de Guadalupe para 2013 y 2014 estuvieron asociadas a factores naturales. El porcentaje de individuos que murió por cada una de esas causas, se encontró dentro de los valores observados en otras especies de lobo fino.
2. Las tasas de mortalidad para 2013 y 2014 fueron menores a las reportadas para el lobo fino de Guadalupe en años anteriores y en comparación con otras especies de lobo fino.
3. Para la temporada reproductiva 2014, el incremento de las muertes por inanición y los bajos pesos mensuales de neonatos vivos (debajo de peso promedio) podrían estar relacionados con la alteración en los viajes de alimentación de las hembras y al alargamiento de los periodos de ayuno en los neonatos respectivamente.
4. La longitud estándar promedio de neonatos de ambos sexos fue mayor durante las temporadas reproductivas 2013 y 2014 en comparación con las temporadas 1991, 1992 y 1993, lo que sugiere ser parte de la variabilidad genética dentro de la especie.
5. La tasa de crecimiento de los neonatos nacidos en 2014 es similar a lo observado para la colonia y en otras especies de lobos finos.
6. Los neonatos nacidos en 2013 no presentaron infecciones de Parvovirus y Distemper canino.
7. Los resultados negativos de PCR para Morbilivirus y Parvovirus canino utilizando tejido pulmonar y entérico, sugieren la ausencia de ambos virus como causales de muertes de los neonatos, lo cual fue respaldado por los hallazgos a nivel microscópico.
8. De acuerdo a los hallazgos para la temporada 2013 y 2014 la población de lobo fino de Guadalupe se considera en buen estado de salud.

## X. RECOMENDACIONES

1. A pesar de los resultados favorables presentados en ambas temporadas, es importante seguir monitoreando las tasas y causas de mortalidad no solo en esta etapa de crecimiento sino en otras donde existe alta mortalidad, como el destete. Considerando que la salud no es una condición estática y constante a través del tiempo y que el lobo fino de Guadalupe es una especie con poca variabilidad genética y las desventajas que trae consigo al hacer frente a enfermedades, esta especie podría ser susceptible a eventos de mortalidades masivas. Sin embargo, para establecer el nivel de impacto dentro de la población es crucial seguir con este tipo de estudios a largo plazo.
2. Es necesario estudiar las estrategias de crecimiento y sobre el uso de reservas energética entre sexos. Ya que la alteración en los periodos de ayuno podría modificarlo en función de su incremento o disminución y del sexo.
3. Se sugiere iniciar con estudios etológicos y de energética entre sexos con la finalidad de relacionar sus actividades diarias con el costo energético y su implicación tanto en la pérdida y ganancia de peso en periodos de ayuno y lactancia.
4. Se recomienda utilizar la tasa de crecimiento y la de pérdida de peso como indicadores de la salud de la población y de disponibilidad de recursos en el ambiente.
5. Es importante iniciar con estudios genéticos e inmunológicos, como de serología y de PCR (Reacción en cadena de polimerasa) para conocer la salud actual de la población de lobo fino de Guadalupe y su posible capacidad de reacción a diversos agentes infecciosos. Debido a los antecedentes de caninos introducidos a la isla y a la cercanía con el lobo

marino de California (carnívoros) se recomienda este tipo de estudios para Morbilivirus canino, focino y Parovivirus canino.

6. Debido a la identificación que se realizó de *Diphyllbothrium* spp. se sugiere seguir con estudios en búsqueda de este parásito debido a su potencial zoonótico.
7. Es necesario realizar estudios de parasitología en diferentes etapas de crecimiento, principalmente al destete debido al cambio de dieta y su susceptibilidad a infestaciones.
8. Se recomienda adquirir equipo para conservación de muestras, como un tanque de nitrógeno líquido para ampliar el tipo de análisis que permitan realizar análisis de biología molecular a partir de diferentes muestras biológicas.

## XI. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Acevedo-Whitehouse, K., F. Gulland, D. Greig y W. Amos. 2003. Inbreeding: disease susceptibility in California sea lions. *J. Nature.*, 422(6927): 35.

Acevedo-Whitehouse, K., H. de la Cueva, F. Gulland, D. Aurióles-Gamboa, F. Arellano-Carbajal y J. Suárez-Guemes. 2003. Evidence of *Leptospira interrogans* infection of California sea lion pups from the Gulf of California. *J. Wildlife Dis.* 39:145-151.

Aguirre Muñoz, A., Luna Mendoza, L. Hernández Montoya, J. Méndez Sánchez, F. Barredo Barberena, J.M. Félix Lizárraga, M. Hermosillo Bueno, M.A. Silva Estudillo, N. Manríquez Ayub, A. Allen Amescua, A. Leal Sandoval, A. Rodríguez Malagón, M. y F. Torres. 2013. Restauración y conservación de Isla Guadalupe. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C. Informe final SNIB CONABIO. Proyecto No. DQ013. México, D.F.

Angell, O. 2014. Abundancia y estructura de las colonias de pinnípedos que habitan el Archipiélago San Benito, B.C., México, en el verano e invierno (2012-2013). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma De Baja California Sur. México. 68p.

Antoneligs, A. y C. Fiscijs. 1980. The pinnipeds of the California Current. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigative Report. 1 (2):68-78.

Arnould, J., A. Green, y D. Rawlins. 2001. Fasting metabolism in Antarctic fur seal (*Arctocephalus gazella*) pups. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology.*, 129 (4): 829-841.

Arnould, J., P. Boyd y D. Socha. 1996. Milk consumption and growth efficiency in Antarctic fur seal (*Arctocephalus gazella*) pups. *Canadian Journal of Zoology.*, 74(2): 254-266.

Aubin, D. J., K. Barker, R. Webster, V. Hinshaw, W. Bean, H. Ruhnke y R. Schooley. 1982. Mass mortality of harbor seals: pneumonia associated with influenza A virus. *Science.*, 215(4536): 1129-1131.

Aurioles -Gamboa, D. y F. Sinsel. 1988. Mortality of California sea lion pups at Los Islotes, Baja California Sur, México. *J. Mammal.*, 69:180-183.

Aurioles-Gamboa, D. y F. Trillmich, (IUCN SSC Pinniped Specialist Group) 2008. *Arctocephalus townsendi*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Consulta: 19/10/2012.

Baker, A.1999. Unusual mortality of the New Zealand sea lion, *Phocarctos hookeri*, Auckland Islands. January-February 1998. Wellington, Department of Conservation. 84 pp.

Baker, J., R. Anderson, S. Prime y A. Baird .1980.The pathology of the grey seal (*Haliochoerus grypus*) pups. *J. British Veterinary.*, 136: 401–412.

Barrett, T. 1999. Morbillivirus infections, with special emphasis on morbilliviruses of carnivores. *Veterinary microbiology.*, 69(1): 3-13.

Batista-Arteaga, M., M. Santana, O. Lozano, J. Méndez, O. Quesada, M. Arbelo y J. Espinosa. 2011. Medical and Surgical Management of a Dystocia Because of Foetopelvic Disproportion in an African Lioness (*Panthera Leo*). *Reproduction in domestic animals.*, 46(2): 362-365.

Beauplet, G., C. Guinet y J. Arnould. 2003. Body composition changes, metabolic fuel use, and energy expenditure during extended fasting in subantarctic fur seal (*Arctocephalus tropicalis*) pups at Amsterdam Island. *J. Physiol. Biochem. Zool.*, 76: 262 -270.

Bernardi, G., S. Fain, J. P. Gallo-Reynoso, A. Figueroa-Carranza y B. Le Beouf. 1998. Genetic variability in Guadalupe fur seals. *J. Hered.*, 89: 301-305.

Bester, M. y A. Van Jaarsveld. 1994. Sex-specific and latitudinal variance in postnatal growth of the Subantarctic fur seal (*Arctocephalus tropicalis*). *Canadian Journal of Zoology.*, 72(6): 1126-1133.

Bester, M. y A. Van Jaarsveld. 1997. Growth in the Subantarctic fur seal *Arctocephalus tropicalis* pups as possible indicator of offshore food availability. In *Marine mammal research in the southern hemisphere: status, ecology and medicine*. Edited by M.A. Hindell and C. Kemper. Surrey Beatty, Chipping Norton, N.S.W., Australia. pp. 88–91.

Bodewes, R., R. Hapsari, A. García, G. Contreras, J. van de Bildt, M. de Graaf y A Osterhaus. 2014. Molecular Epidemiology of Seal Parvovirus, 1988–2014. *PloS one.*, 9(11): 112-129.

Boltnev, A., A. York y G. Antonelis. 1998. Northern fur seal young: Interrelationships among birth size, growth, and survival. *Can. J. Zool.*, 76: 843–854.

Boltnev, A. y A. York. 2001. Maternal investment in northern fur seals (*Callorhinus ursinus*): interrelationships among mother's age, size, parturition date, offspring size and sex ratios. *J. Zool.*, 254: 219–228.

Boness, D., W. Bowen y O. Oftedal. 1994. Evidence of a maternal foraging cycle resembling that of otariid seals in a small phocid, the harbor seal. *Behavioral Ecology and Sociobiology.*, 34: 95–104.

Bonnot, P., G. Clark y S. Hatton. 1938. California sea lion census for 1938. *Calif. Fish and Game.* 24: 415-419.

Bossart, G. D. 2011. Marine mammals as sentinel species for oceans and human health. *J. Veterinary Pathology.*, 48(3): 676-690.

Bradshaw, C., C. Thompson, L. Davis y C. Lalas. 1999. Pup density related to terrestrial habitat use by New Zealand fur seals. *Can. J. Zool.*, 77: 1579–1586.

Bradshaw, J., L. Davis, S. Lalas y R. Harcourt. 2000. Geographic and temporal variation in the condition of pups of the New Zealand fur seal (*Arctocephalus forsteri*): evidence for density dependence and differences in the marine environment. *Journal of Zoology.*, 252(1): 41-51.

Brownell, L. y J. Le Boeuf. 1971. California sea lion mortality: natural or artifact? Pp. 287-306, in Biological and oceanographical survey of Santa Barbara Channel oil spill, 1969- 1970 (D. Straughan, ed.). Allan Hancock Found., Univ. Southern California, 1:1-477.

Bruyn, P., A. Bastos, C. Eadie, C. Tosh y M. Bester. 2008. Mass mortality of adult subantarctic fur seals: Are alien mice the culprits?. PLoS ONE 3(11): e3757. doi:10.1371/journal.pone.0003757.

Buckles, E., L. Lowenstine, C. Funke, R. Vittore, H. Wong, J. Leger, D. Greig, R. Duerr, F. Gulland y J. Stott. 2006. Otarine herpesvirus-1, not papillomavirus, is associated with endemic tumours in California sea lions (*Zalophus californianus*). *J. Comp. Pathol.*, 135: 183–189.

Buckles, E., L. Lowenstine, C. Funke, R. Vittore, H. Wong, J. St Leger, D. Greigy, R. Duerr, F. Gulland y J. Stott. 2006. Otarine Herpesvirus-1, not Papillomavirus, is associated with endemic tumours in California sea lions (*Zalophus californianus*). *J Comp Path.*, 135:183-189.

Buckles, E., L. Lowenstine, R. DeLong, S. Melin, R. Vittore, H. Wong, G. Ross, J. St Leger, D. Greig, R. Duerr, F. Gulland y J. Stott. 2007. Age-prevalence of Otarine Herpesvirus-1, a tumor-associated virus, and possibility of its sexual transmission in California sea lions. *J.Vet. Microbiol.*, 120: 1–8.

Burek, K., F. Gulland, G. Sheffield, K. Beckmen, E. Keyes, T. Spraker, A. Smith, D. Skilling, J. Evermann, J. Stott, J. Saliki y A. Trites. 2005. Infectious disease and the decline of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) in Alaska, USA: Insights from serologic data. *J. Wildl. Dis.*, 41: 512–524.

Calambokidis, G. y L. Gentry. 1985. Mortality of northern fur seal pups in relation to growth and birth weights. *J. Wildl. Dis.*, 21: 327-330.

Camacho-Ríos, J. 2004. Estructura alimentaria y posición trófica de dos especies de otáridos *Zalophus californianus* y *Arctocephalus townsendi*, en las islas San Benito, B.C. México [Alimentary structure and trophic position of two otariid species *Zalophus californianus* and *Arctocephalus townsendi* in the San Benito Islands, BC Mexico] [dissertation]. México: Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.

Campagna, C. 1985. The breeding cycle of the southern sea lion *Otaria byronia*. *J. Mar. Mamm. Sc.*, 1: 210-218.

Campagna, C., Le Boeuf, B. y H. Cappelletto. 1988. Pup abduction and infanticide in southern sea lions. *J. Behaviour* 107: 44-60.

Cappelletto, H., C. Campagna y J. Monserrat. 1991. Sexual dimorphism in newborn southern sea lions. *J. Marine Mammal Science.*, 7(4): 385-394.

Castinel, A. 2006. Causes of neonatal mortality in the New Zealand sea lion (*Phocarctos hookeri*). PhD Thesis. Massey University, Palmerston North, New Zealand.

Castinel, A., J. Duignan, E. Pomroy, N. Lopez-Villalobos, J. Gibbs, L. Chilvers y S. Wilkinson. 2007. Neonatal mortality in New Zealand sea lions (*Phocarctos hookeri*) at Sandy bay, Enderby Island, Auckland islands from 1998 to 2005. *J. Wildlife. Dis.*, 43: 461-474.

Castinel, A., P. Duignan, E. Lyons, W. Pomroy, N. Gibbs, N. López-Villalobos, B. y Chilvers y S. Wilkinson. 2007. Epidemiology of hookworm (*Uncinaria spp.*) infection in New Zealand (Hooker's) sea lion (*Phocarctos hookeri*) pups on Enderby Island, Auckland Islands (New Zealand) during the breeding seasons from 1999/2000 to 2004/2005. *J. Parasitol. Res.*, 101: 53-62.

Chambellant, M., G. Beauplet, C. Guinet y J. Georges. 2003. Long-term evaluation of pup growth and preweaning survival rates in subantarctic fur seals, *Arctocephalus tropicalis*, on Amsterdam Island. *Can. J. Zool.*, 81 (7):1222–1232

Chilvers, L., B. Robertson, I. Wilkinson y P. Duignan. 2007. Growth and survival of New Zealand sea lions, *Phocarctos hookeri*: birth to 3 months. *J. Polar Biology.*, 30(4): 459-469.

Coltman, D., W. Bowen y J. Wright. 1998. Birth weight and neonatal survival of harbour seal pups are positively correlated with genetic variation measured by microsatellites. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 265(1398), 803-809.

Costa, D. y R. Gentry. 1986. Reproductive energetics of the Northern fur seal. In: Gentry RL, Kooyman GL (eds) *Fur seals: maternal strategies at land and sea*. Princeton University Press, Princeton, pp 79–101.

Costa, P., J. Croxall y C. Duck. 1989. Foraging energetics of Antarctic fur seals in relation to changes in prey availability. *J. Ecology.*, 596-606.

Clutton-Brock, T., S. Albon y F. Guinness. 1989. Fitness costs of gestation and lactation in wild mammals. *Nature.*, 337, 260–262.

Croxall, J., P. McCann, P. Prince, y P. Rothery. 1988. Reproductive performance of seabirds and seals at South Georgia and Signy Island, South Orkney Islands, 1976–1987: implications for Southern Ocean monitoring studies. In *Antarctic Ocean and resources variability* (pp. 261-285). Springer Berlin Heidelberg.

DeLong, L., C. Antonelis, B. Oliver, M. Stewart, M. Lowry y P. Yochem. 1991. Effects of the 1982–83 El Niño on several population parameters and diet of California sea lions on the California Channel Islands. In *Pinnipeds and El Niño* (pp. 166-172). Springer Berlin Heidelberg.

Dierauf, L. 1994. Pinniped forensic, necropsy and tissue collection guide. U.S. Department of Commerce NOAA-NMFS.

Dierauf, L. y F. Gulland. 2001. Handbook of Marine Mammal Medicine, 2nd ed., Boca Raton, FL: CRC Press, 1063 pp.

Dietz, R., M. Heide-Jorgensen y T. Harkonen. 1989. Mass deaths of harbor seals (*Phoca vitulina*). *Europe. Ambio.*, 18:258-264

Doidge, D., J. Croxall y J. Baker. 1984. Density-dependent pup mortality in the Antarctic fur seal *Arctocephalus gazella* at South Georgia. *J. Zool.*, 202: 449–460.

Duignan, P., J. Saliki, D. St Aubin, G. Early, S. Sadove y J. House. 1995. Epizootiology of morbillivirus infection in North American harbor seals (*Phoca vitulina*) and grey seals (*Halichoerus grypus*). *J. Wildlife Dis.*, 31: 491–501.

Enrique Navarro Valenzuela, 2015. CONAPESCA. Jefe de la oficina local de pesca y Acuacultura en Ensenada, B.C.

Esperón-Rodríguez, M. y J. Gallo-Reynoso. 2012. Recolonización del archipiélago de San Benito, Baja California, por el lobo fino de Guadalupe. *Revista mexicana de biodiversidad.*, 83(1): 170-176.

Fenwick, G., P. Duignan, M. Nicol, M. Leyland y J. Hunter. 2004. A comparison of Salmonella serotypes isolated from New Zealand sea lions and feral pigs on the Auckland Islands by pulsed-field gel electrophoresis. *J Wildl Dis.*, 40: 566–570.

Figuroa, M. 1994. Early lactation and attendance behavior of the Guadalupe fur seal females, (*Arctocephalus townsendi*). Tesis de maestría. University of California, Santa Cruz. U.S.A. 99p.

Fleischer, A. 1978. The distribution, abundance, and population characteristics of the Guadalupe fur seal, *Arctocephalus townsendi* (Merriam 1897). MSc Thesis. University of Washington, Seattle.

Fowler, M. y R. Miller. 1999. Zoo and Wildlife medicine. 4 ed. Philadelphia. Pennsylvania (USA): Editorial Saunders Company; Chapter 75, Dystocia in the elephant. 522-525.

Fowler, M y E. Miller. 1999. Morbilliviral infections of marine mammals. Chapter 70 . In: Zoo and Wild Animal Medicine. Doignan J. 4 ed. Editorial Saunders Company St Louis, Missouri, USA, pp 497-501.

Francis, M. y Heath, C. 1991. "Population abundance, pup mortality, and copulation frequency in the California sea lion in relation to the 1983 El Niño on San Nicolas Island." Pinnipeds and El Niño. Springer Berlin Heidelberg. 119-128.

Franco, T. 2005. Comportamiento maternal y aspectos reproductivos de *Arctocephalus australis* en Isla de Lobos, Uruguay. Tesis de grado. Facultad de Ciencias, Universidad de la Republica, Montevideo, Uruguay.

Gallo-Reynoso, P., A. Figueroa-Carranza, M. Guerrero-Martinez y J. Le Boeuf. 2000. El calamar, *Onychoteuthis banksi* en la dieta del lobo fino de Guadalupe, *Arctocephalus townsendi*, en la Isla de Guadalupe, Mexico. In V Congreso Nacional de Mastozoología (Abstract). Pp 92-93 . Merida, Yucatan, México.

Gallo-Reynoso, J. P. 1994. Factors affecting the population status of Guadalupe fur seal, *Arctocephalus townsendi* (Merriam, 1897), at Isla de Guadalupe, Baja California, México. Ph. D. Thesis. University of California Santa Cruz, Santa Cruz. 199.

Gallo-Reynoso, J. P. y A. L. Figueroa-Carranza. 1992. A cookiecutter shark wound on a Guadalupe fur seal male. *J. Mar. Mam. Sci.*, 8: 428-430.

Gallo-Reynoso, J. P., A. L. Figueroa-Carranza y M. Blanco-Parra. 2004. Shark wounds in the seals of Guadalupe island, México. 20th Annual Meeting of the American Elasmobranch Society, Norman, Oklahoma. May 27 – 31, 2004.

Gallo-Reynoso, J., y A. Figueroa- Carranza. 2010. Pup growth of the Guadalupe fur seal, *Arctocephalus townsendi*. *THERYA*.1: 75-90.

Gentry, R. y J. Holt. 1982. Equipment and techniques for handling northern fur seals. NOAA Technical Report NMFS SSRF-758. U.S.Department of Commerce. NOAA\_NMFS.

Georges, J. y C. Guinet. 2000. Early mortality and perinatal growth in the subantarctic fur seals (*Arctocephalus tropicalis*) on Amsterdam Island. *J. Zool.*, 251: 277–287.

Georges. J. y C. Guinet. 2001. Prenatal investment in the subantarctic fur seal, *Arctocephalus tropicalis*. *Can. J. Zool.*, 79:601–609.

Georges, J., R. Groscolas, C. Guinet, y J. Robin. 2001. Milking strategy in subantarctic fur seals, *Arctocephalus tropicalis* breeding on Amsterdam Island: Evidence from changes in milk composition. *Journal of Physiological and Biochemical Zoology.*, 74:548-559.

Godínez, C., B. Zelaya, D. Aureoles-Gamboa, A. Verdugo, E. Reyes y A. de la Peña. 1999. Antibodies against *Leptospira interrogans* in California sea lion pups from the Gulf of California. *J. Wildlife Dis.*, 35: 106-111.

Goldstein, T., M. Gulland, B. Aldridge, J. Harvey, T. Rowles, D. Lambourn, S. Jeffries, L. Measures, P. Yochem, B. Stewart, R. Small, D. King, J. Stott y J. Mazet. 2003. Antibodies to phocine Herpesvirus-1 are common in North American harbor seals (*Phoca vitulina*). *J Wildl Dis.*, 39: 487–494.

Goldstein, T., T. Zabka, R. DeLong, E. Wheeler, G. Ylitalo, S. Bargus y J. Gulland. 2009. The role of domoic acid in abortion and premature parturition of

California sea lions (*Zalophus californianus*) on San Miguel Island, California. *Journal of wildlife diseases.*, 45(1): 91-108.

González, M., Villanueva, M. P., Debruyne, L., P. Vandamme y H. Fernández. 2011. *Campylobacter insulaenigrae*: first isolation report from South American sea lion (*Otaria flavescens*) (Shaw, 1800). *Brazilian Journal of Microbiology.*, 42(1): 261-265.

Grachev, A., V. Kumarev, L. Mamaev, V. Zorin, V. Baranova, S. Denikina, I. Belikov, A. Petrov, S. Kolesnik, M. Doroffev, A. Beim, V. Kudelin, F. Magieva, y V. Sidorov. 1989. Distemper in Baikal seals. *J. Nature.* 338: 209–219.

Guamán, G. y A. Teodoro, A. 2013. Distocias y técnicas quirúrgicas en bovinos. Tesis de licenciatura. Universidad de Cuenca. Ecuador, Azuay.93p.

Guinet, C., S. Goldsworthy y S. Robinson. 1999. Sex differences in mass loss rate and growth efficiency in Antarctic fur seal (*Arctocephalus gazella*) pups at Macquarie Island. *Behavioral Ecology and Sociobiology.*, 46(3): 157-163.

Guinet, C., M. Lea y S. Goldsworthy. 2000. Mass change in Antarctic fur seal (*Arctocephalus gazella*) pups in relation to maternal characteristics at the Kergulen Islands. *Can. J. Zool.*, 78:476–483.

Gulland, F. y A. Hall. 2007. Is marine mammal health deteriorating? Trends in the global reporting of marine mammal disease. *EcoHealth.*, 4(2):135-150.

Hanni, K., D. J. Long, R. E. Jones, P. Pyle y L. E. Morgan. 1997. Sightings and Strandings of Guadalupe Fur Seals in Central and Northern California, 1988-1995. *Journal of Mammalogy.*, Vol. 78 (2): 684-690.

Harcourt, R. 1992. Factors affecting early mortality in the South American fur seal (*Arctocephalus australis*) in Peru: density-related effects and predation. *J. Zool.*, 226: 259–270.

Harwood, J. y A. Hall. 1990. Mass mortality in marine mammals: its implications for population dynamics and genetics. *Trends in ecology & evolution.*, 5(8): 254-257.

Hernández-Orts, S., F. Montero, E. Juan-García, N. García, E. Crespo, A. Raga y F. Aznar. 2013. Intestinal helminth fauna of the South American sea lion *Otaria flavescens* and fur seal *Arctocephalus australis* from northern Patagonia, Argentina. *Journal of helminthology.*, 87(03): 336-347.

Hernández-Montoya JC. 2009. Distribución, abundancia y estructura alimentaria del lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) en isla Guadalupe, México [Distribution, abundance and alimentary structure of the Guadalupe fur seal (*Arctocephalus townsendi*) at Isla Guadalupe, Mexico], [dissertation]. México: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Tesis de maestría. 92pp.

Higgins, V., D. Costa, A. Huntley y B. Boeuf. 1988. Behavioral and physiological measurements of maternal investment in the Steller sea lion, *Eumetopias jubatus*. *Marine Mammal Science.*, 4(1): 44-58.

Hofmeyr, G., J. Bester, A. Makhado y P. Pistorius. 2006. Population changes in Subantarctic and Antarctic fur seals at Marion Island. *South African Journal of Wildlife Research.*, 36(1): p-55.

Hubbs CL, 1956. Back from oblivion. Guadalupe fur seal: still a living species. *Pacific Disc.*, 9:14–51.

Ibarra Contreras, C. 1995. Proceso histórico de deterioro ecológico de isla Guadalupe, Baja California Norte, México. Tesis de Licenciatura. UVM Campus Tlalpan. México. 153.

Ioachim, H. 1994. Lymph node pathology. Second edition. Philadelphia. J.B. Lipincott Company. 707.

Jang, S., L. Wheeler, R. Carey, B. Jensen, C. Crandall, K. Schrader y F. Gulland. 2010. Pleuritis and suppurative pneumonia associated with a hypermucoviscosity phenotype of *Klebsiella pneumoniae* in California sea lions (*Zalophus californianus*). *J. Veterinary microbiology.*, 141(1): 174-177.

Kaplan, C., G. White y B. Noon. 2008. Neonatal survival of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*). *J.Mar. Mamm. Sci.*, 24: 443–461.

Katz, H., D. Morgades y M. Castro-Ramos. 2012. Pathological and parasitological findings in South American fur seal pups (*Arctocephalus australis*) in Uruguay. *International Scholarly Research Notices*.

Kennedy, S. 1998. Morbillivirus infections in aquatic mammals. *Journal of comparative pathology.*, 119(3): 201-225.

Kennedy, S., T. Kuiken, P. Jepson, R. Deaville, M. Forsyth, T. Barrett y S. Wilson. 2000. Mass die-Off of Caspian seals caused by canine distemper virus. *Journal of Emerging Infectious Diseases.*, 6(6): 637.

Keyes, C. 1965. Pathology of the northern fur seal. *Journal of the American Veterinary Medical Association.*, 147(10): 1090-1095.

King, D., M. Hure, T. Goldstein, B. Aldridge, F. Gulland, J. Salikic, E. Buckles, L. Lowenstine y J. Stott. 2002. Otarine Herpesvirus-1: a novel gammaherpesvirus associated with urogenital carcinoma in California sea lions (*Zalophus californianus*). *J.Vet Microbiol.*, 86: 131–137.

Kiyota, M. y H. Okamura. 2005. Harassment, abduction, and mortality of pups by non-territorial male northern fur seals. *Journal of Mammalogy.*, 86(6): 1227-1236.

Lander, 1980. Nat. Mar. Fish. Serv., Nat. Mar. Mamma! Lab., Nat. Oceanic Atmos. As-soc. Tech. Memo. Nat. Mar. Fish. Serv. F/NWC-3, NTIS #PB81 106502,315 p.

Le Boeuf, B. y K. Briggs. 1977. The cost of living in a seal harem. *Mammalia.*, 41: 167-195.

Lea, A. y M. Hindell. 1997. Pup growth and maternal care in New Zealand fur seals, *Arctocephalus forsteri*, at Maatsuyker Island, Tasmania. *J. Wildlife Research.*, 24(3): 307-318.

Lindenfors, P., B. Tullberg y M. Biuw. 2002. Phylogenetic analyses of sexual selection and sexual size dimorphism in pinnipeds. *Journal of Behavioral Ecology and Sociobiology.*, 52(3): 188-193.

Linlin, L., S. Tongling, W. Chunlin, C. Colette, J. Kolman, D. Onions, F. Gulland y E. Delwa. 2011. The fecal viral flora of California sea lions. *J. Virol.*, 85: 9909–9917.

Lowry, M. y J. Carretta. 1999. Market squid (*Loligo opalescens*) in the diet of California sea lions (*Zalophus californianus*) in southern California (1981–1995). *Calif Coop Oceanic Fish Invest Rep.*, 40:196–20.

Lunn, J., L. Boyd y J. Croxall. 1994. Reproductive performance of female Antarctic fur seals: the influence of age, breeding experience, environmental variation and individual quality. *J. Anim. Ecol.*, 6: 827–840.

Luque-Flores, S. y D. Aureoles-Gamboa. 2001. Sex differences in body size and body condition of California sea lion (*Zalophus californianus*) pups from the Gulf of California. *Mar. Mamm. Sci.*, 17: 146–160.

Lynch, M., P. Duignan, J. Taylor, T. Nielsen, O. Kirkwood, R. J. Gibbens y J. Arnould. 2011. Epizootiology of Brucella infection in Australian fur seals. *J. Wildlife Dis.*, 47(2): 352-363.

Lyons, E., R. DeLong, R. Melin y S. Tolliver. 1997. Uncinariasis in Northern fur seal and California sea lion pups from California. *J. Wildlife Dis.*, 33: 848–852.

Maloney, A., B. Chilvers, L. Haley, M. Muller, W. Roe, y I. Debski. 2009. Distribution, pup production and mortality of New Zealand sea lion (*Phocarctos*

*hookeri*) on Campbell Island/Motu Ihupuku, 2008. *New Zealand Journal of Ecology.*, 33(2), 97.

Maniscalco, M., D. Calkins, P. Parker y S. Atkinson. 2008. Causes and extent of natural mortality among Steller sea lion (*Eumetopias jubatus*) pups. *Aquatic Mammals.*, 34(3): 277-287.

Lyons, E., R. DeLong, S. Nadler, J. Laake, A. Orr, B. DeLong y C. Pagan. 2011. Investigations of peritoneal and intestinal infections of adult hookworms (*Uncinaria spp.*) in northern fur seal (*Callorhinus ursinus*) and California sea lion (*Zalophus californianus*) pups on San Miguel Island, California (2003). *J. Parasitology research.*, 109(3): 581-589.

Mattlin R. 1978. Pup mortality of the New Zealand fur seal (*Arctoecephalus forsteri*). *New Zeal. J. Ecol.*, 1: 138-144.

McKenzie, J., B. Page, S. Goldsworthy y M. Hindell. 2007. Growth strategies of New Zealand fur seals in southern Australia. *Journal of Zoology.*, 272(4), 377-389.

McGavin, M. y F. Zachary. 2007. Pathologic Basis of Veterinary Diseases. ELSEVIER. 4 ed. Mosby, St. Louis, Missouri. 1470 pp.

Melin, R., A. Orr, J. Harris, J. Laake, J. R. DeLong, F. Gulland y S. Stoudt. 2010. Unprecedented mortality of California sea lion pups associated with anomalous oceanographic conditions along the central California coast in 2009. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, 51, 182-194.

Melin, S. y R. DeLong. 1999. Predation by a hooker's sea lion (*phocarctos hookeri*) on a small population of fur seals (*arctoecephalus spp.*) at Macquarie island. *Journal of Marine mammal science.*, 15(3): 888-893.

Moore, E., S. Lyday, J. Roletto, K. Litle, J. Parrish, H. Nevins y S. Kell .2009. Entanglements of marine mammals and seabirds in central California and the

north-west coast of the United States 2001–2005. *Marine Pollution Bulletin*, 58(7):1045-1051.

Neu, S. L. 1997. Acid-induced gastric damage in rats is aggravated by starvation and prevented by several nutrients. *Journal of nutrition.*, 127(4): 630-636.

NOAA National Climatic Data Center, State of the Climate: Global Analysis for August 2013, published online September 2013, retrieved on May 8, 2015 from <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201308>.

Ochoa-Acuña, H., Francis, J. y D. Boness. 1998. Interannual variation in birth mass and postnatal growth rate of Juan Fernandez fur seals. *Canadian journal of zoology.*, 76(5): 978-983.

Osman, P., A. Moreno y W. Trites. 2010. Growth rates and differential investment in male and female Juan Fernandez fur seal pups. *Journal of Mammalogy.*, 91(5):1188–1196.

Osterhaus, A., J. Groen, F. UytdeHaag, I. Visser, M. Van De Bildt, A. Bergman y B. Klingeborn. 1989. Distemper virus in Baikal seals. *J. Nature.*, 338:209-210.

Osterhaus, A., J. Groen, P. de Vries, F. UytdeHaag, B. Klingeborn y R. Zarnke. 1988. Canine distemper virus in seals. *J. Nature.*, 335:403-404.

Paves, H. 2007. Reproductive Behaviour, Neonatal Mortality and Population Trend of South American Fur Seals (*Arctocephalus australis*, Zimmerman 1783) at Guafo Island, Chile. PhD thesis, Universidad Austral de Chile.

Pedersen, B., K. Jones, C. Nunn y S. Altizer. 2007. Infectious disease and mammalian extinction risk. *J. Conserv. Biol.*, 21: 1269–1279.

Peterson, S., L. Hubbs, L. Gentry y R. DeLong. 1968. The Guadalupe fur seal: habitat, behavior, population size, and field identification. *J. Mamm.*, 49: 665–675.

Pierson, M. 1987. Breeding behavior of Guadalupe fur seals, *Arctocephalus townsendi*. In: Status, biology and ecology of fur seals. J. Croxall y L. Gentry (eds.). NOAA Technical Report, NMFS 51 Pp.

Promislow, E. y P. Harvey. 1990. Living fast and dying young: A comparative analysis of life-history variation among mammals. *Journal of Zoology.*, 220(3): 417-437.

Rausch, R., A. Adams, M. y L. Margolis. 2010. Identity of *Diphyllbothrium* spp.(Cestoda: Diphyllbothriidae) from sea lions and people along the Pacific coast of South America. *Journal of Parasitology.*, 96(2): 359-365.

Rea, D., D. Rosen y A. Trites. 2000. Metabolic response to fasting in 6-week-old Steller sea lion pups (*Eumetopias jubatus*). *Can J Zool.*, 78:890–894.

Read, J., P. Drinker y S. Northridge. 2006. Bycatch of marine mammals in US and global fisheries. *J. Conservation biology.*, 20(1): 163-169.

Reid, K. y J. Forcada. 2005. Causes of offspring mortality in the Antarctic fur seal, *Arctocephalus gazella*: the interaction of density dependence and ecosystem variability. *Canad. J. Zool.*, 83: 604–609.

Renouf, D. 1991. Behavior of pinnipeds. Chapman and Hall. London. 409pp.

Scheffer, V. B. 1981. Newborn size in marine mammals. *Pac. Discovery.*, 34(3): 19-26.

Schroeder, R., D. Quadri, W. McIntyre y W. Walker. 1973. Marine Mammal Disease Surveillance Program in Los Angeles County. *J. Am. vet. med. As.*, 163: 580-581.

Seguel, M. 2009. Causas de mortalidad en cachorros de lobo fino austral (*Arctocephalus australis*, zimmerman 1783) encontrados muertos en Isla Guafo, x región, Chile. Tesis de licenciatura. Universidad Austral De Chile. Santiago, Chile. 72.

Seguel, M., E. Paredes, H. Paves, R. Molina, F. Henríquez, F. De Groot y R. Schlatter. 2011. Pathological Findings in South American Fur Seal Pups (*Arctocephalus australis gracilis*) found Dead at Guafo Island, Chile. *J. Comp. Path.* Vol. 145, 308-317.

Seguel, M., H. Pavés, E. Paredes y R. Schlatter. 2013. Causes of mortality in South American fur seal pups (*Arctophoca australis gracilis*) at Guafo Island, southern Chile (2004–2008). *J. Marine Mammal Science.*, 29(1): 36-47.

Sepúlveda, S. y H. Alcaíno. 1993. Fauna helmintológica en el lobo fino de Juan Fernández, *Arctocephalus philippii* (Peters, 1866). *Parasitol.* 17: 19-24.

Siebert, U., P. Wohlsein, K. Lehnert y W. Baumgärtner. 2007. Pathological Findings in Harbour Seals (*Phoca vitulina*): 1996–2005. *Journal Of Comparative Pathology.* 137(1): 47-58.

Smith, A., T. Vedros, A. Akers y W. Gilmartin. 1978. Hazards of disease transfer from marine mammals to land mammals: review and recent findings. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 173:1131–1133.

Soto, K., A. Trites y M. Arias-Schreiber. 2004. The effects of prey availability on pup mortality and the timing of birth of South American sea lions (*Otaria flavescens*) in Peru. *J. Zool.*, 264: 419-428.

Spraker T. y M. Lander. 2010. Causes of mortality in northern fur seals (*Callorhinus ursinus*), St. Paul Island, Pribilof Islands, Alaska, 1986–2006. *J. Wildlife Dis.*, 46: 450–473.

Spraker, T., R. DeLong, E. Lyons y S. Melin. 2007. Hookworm enteritis with bacteremia in California sea lion pups on San Miguel Island. *J. Wildl. Dis.*, 43: 179–188.

Spraker, T., R. Lyons, R. DeLong y R. Zink. 2004. Penetration of the small intestine of a California sea lion (*Zalophus californianus*) pup by adult hookworms (*Uncinaria* spp). *Parasitol Res.*, 92: 436–438.

Stephen, C. 2014. Toward a modernized definition of wildlife health. *Journal of wildlife diseases.*, 50 (3): 427–430.

Stoddard, R., R. DeLong, B. Byrne, S. Jang y F. Gulland. 2008. Prevalence and characterization of Salmonella spp. among marine animals in the Channel Islands, California. *Dis. Aquat. Organ.*, 81: 5–11.

Stroud, R. y J. Roffe. 1979. Causes Of Death In Marine Mammals Stranded Along The Oregon Coast. *J. Wildlife Dis.*, 15 (1): 91-97.

Taubenberger, J., M. Tsai, A. Krafft, J. Lichy, A. Reid, F. Schulman y T. Lipscomb. 1996. Two morbilliviruses implicated in bottlenose dolphin epizootics. *Emerging Infectious Diseases.*, 2(3): 213.

Taubenberger, J., M. Tsai, T. Atkin, T. Fanning, A. Krafft, R. Moeller, S. Kodosi, M. Mense y T. Lipscomb. 2000. Molecular genetic evidence of a novel morbillivirus in a long-finned pilot whale (*Globicephalus melas*). *Emerg Infect Dis.*, 6(1):42-5.

Tershy, R., C. Donlan, B. Keitt, D. Croll, A. Sanchez, B. Wood y N. Biavaschi. 2002. Island conservation in north-west Mexico: a conservation model integrating research, education and exotic mammal eradication. Turning the tide: the eradication of invasive species, 293-300.

Trigo, J. y G. Valero. 2004. Patología general veterinaria. 4 ed. McGraw-Hill Interamericana. México, D.F. 439p.

Trillmich, F. y D. Limberger. 1985. Drastic effects of El Niño on Galapagos pinnipeds. *Oecologia.*, 67(1), 19-22.

Trillmich, F. 1986. Maternal investment and sex-allocation in the Galapagos fur seal, *Arctocephalus galapagoensis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology.*, 19(3):157-164.

Trillmich, F. y D. Limberger. 1991. Drastic effects of El Niño on Galapagos pinnipeds. *Oecologia.*, 67 (1): 19-22.

Trites, A. 1991. Fetal growth of northern fur seals: life- history strategy and sources of variations. *Can. J. Zool.* 69.

Trites, A. y M. Bigg. 1996. Physical growth of northern fur seals (*Callorhinus ursinus*): seasonal fluctuations and migratory influences. *Journal of Zoology.*, 238(3): 459-482.

Visser, G., J. Teppema y E. Osterhaus. 1991. Virus infections of seals and other pinnipeds. *Rev. Med. Microbiol.*, 2:1-9.

Wickens, P. y A. York. 1997. Comparative population dynamics of fur seals. *Mar. Mamm. Sci.*, 13: 241-292.

Wilkinson, I., J. Burgess y M. Cawthorn. 2003. New Zealand sea lions and squid—managing fisheries impacts on a threatened marine mammal. In: *Marine Mammals: Fisheries, Tourism and Management Issues*. Melbourne, CSIRO Publishing. Pp. 192-20.

Wilkinson, I., P. Duignan, A. Castinel, A. Grinberg, B. Chilvers y B. Robertson. 2006. *Klebsiella pneumoniae* epidemics: possible impact on New Zealand sea lion recruitment. In: Trites, A.W., Atkinson, S.K., DeMaster, D.P., Fritz, L.W., Gelatt, T.S., Rea, L.D., Wynne, K.M. (Eds.), *Sea Lions of the World*. Alaska Sea Grant College Program, University of Alaska Fairbanks, pp. 385–404.

Weber, D., B. Stewart, y N. Lehman. 2004. Genetic consequences of a severe population bottleneck in the Guadalupe fur seal (*Arctocephalus townsendi*). *Journal of Heredity.*, 95(2): 144-153.

Wobeser, G. A. 2006. *Essentials of disease in wild animals*. Blackwell Publishing, Ames, Iowa, 243 p.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Peso (kg) y Longitud estándar (cm) en neonatos de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*) temporada reproductiva 1991 a 1993, en isla Guadalupe reportado por Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza (2010) y temporada reproductiva 2014.

Año	Sexo	Número de crías	Edad (días)	Peso (kg)	Longitud estándar (cm)
2014	M	81	Al nacimiento	5.3±0.70	68.09±3.5
	H	111		5.0±0.75	67.38 ±3.4
1991	M	1		4.0	60.5
	H	3		4.7±0.2	63.3±1.9
1992	M	4		5.2±0.3	67.4±1.9
	H	5		4.7±0.5	64.2±1.9
1993	M	2		5.0±0.0	70.0±2.0
	H	2		5.0±0.0	57±4.0
1991,1992 y 1993	M	26	20	7.3 ± 0.7	68.4±1.9
	H	21		6.9±0.9	67.5±3.5
2014	M	70	30	7.4±1.5	74.6±3.6
	H	104		7.1±1.3	74.3±4.4
1991,1992 y 1993	M	28	40	10.6±1.4	71.2 ±4.7
	H	13		9.7±0.6	72.1 ± 4.6
2014	M	62	43	8.2±1.9	79.30±3.8
	H	90		7.8 ±1.9	78.78±4.3

H= hembra M=macho

**Anexo 2.** Tasa de crecimiento en crías de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*) temporada reproductiva 1991 a 1993 en isla Guadalupe, reportado por Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza (2010) y temporada reproductiva 2014.

<b>Año</b>	<b>Sexo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Peso (gr/día)</b>	<b>Longitud estándar (cm/día)</b>
2014	M	0-15	144.0±86.0	0.33±0.14
	H		155.1±89.0	0.34±0.15
1991	M	0-20	150.0	0.34
	H		100.0	0.30
1992	M		175.0	0.30
	H		150.0	0.30
1993	M		175.0	0.30
	H		150.0	0.30
2014	M	16-30	127.4±71.0	0.33±0.17
	H		134.0±65.9	0.30±0.16
1991	M	20-40	150	0.37
	H		175	0.25
1992	M		185	0.25
	H		153	0.25
1993	M		166	0.30
	H		173	0.25
2014	M	31-43	184.7±112	0.33±0.25
	H		162.0±118	0.31±0.20

H= hembra M=macho