

**Centro de Investigación Científica y de
Educación Superior de Ensenada**



**SELECCIÓN Y USO DE HÁBITAT POR LOS OTÁRIDOS DE LAS ISLAS SAN
BENITO, MEXICO EN TEMPORADA REPRODUCTIVA**

TESIS

MAESTRIA EN CIENCIAS

DANIELA GUTIÉRREZ GARCÍA

Ensenada, Baja California, México, Diciembre de 2009

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DE ENSENADA**



**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS
EN ECOLOGÍA MARINA**

**SELECCIÓN Y USO DE HÁBITAT POR LOS ÓTÁRIDOS DE LAS ISLAS SAN
BENITO, MEXICO EN TEMPORADA REPRODUCTIVA**

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta:

DANIELA GUTIÉRREZ GARCÍA

Ensenada, Baja California, México, Diciembre de 2009 .

TESIS DEFENDIDA POR
Daniela Gutiérrez García
Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ



Dr. Horacio de Jesús de la Cueva Salcedo

Co-Director del Comité



Dra. María de la Concepción García Aguilar

Co-Director del Comité



Dr. Oscar Sosa Nishizaki

Miembro del Comité



Dr. Eugenio Rafael Méndez Méndez

Miembro del Comité



Dr. Axayácatl Rocha Olivares

*Coordinador del programa de
posgrado en Ecología Marina*



Dr. David Hilario Covarrubias Rosales

Director de Estudios de Posgrado

RESUMEN de la tesis de **Daniela Gutiérrez García**, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en ECOLOGÍA MARINA. Ensenada, Baja California. Diciembre de 2009.

SELECCIÓN Y USO DE HÁBITAT POR LOS OTÁRIDOS DE LAS ISLAS SAN BENITO, MÉXICO EN TEMPORADA REPRODUCTIVA

Resumen aprobado por:



Dra. María de la Concepción García Aguilar

Co-Director de Tesis



Dr. Horacio de Jesús de la Cueva Salcedo

Co-Director de Tesis

El lobo marino de California (*Zalophus californianus*) y el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) son dos otáridos que coexisten en las Islas San Benito, Baja California, México, desde que este último comenzó a recolonizar las islas a finales de la década de 1990. Por lo que se evaluó el uso del hábitat terrestre de estas dos especies en las Islas San Benito durante la temporada reproductiva. El trabajo de campo se realizó durante verano del 2008 y consistió en el conteo de todas las categorías de edad y sexo de ambas especies y la caracterización de 69 sitios en las islas. El tamaño de la población de *Z. californianus* se estimó en 19,072 individuos y la de *A. townsendi* en 3,400 individuos. La mayor abundancia de *Z. californianus* se observó en la Isla del Centro (60%) seguida de la del Este (25%) y por último la del Oeste (15%); para *A. townsendi* fue más abundante en la Isla del Oeste (68%), seguida de la Este (31%) y finalmente la del Centro (<1%). La estructura de la población de *Z. californianus* corresponde a la observada en una población con estructura estable de clases, mientras que para *A. townsendi* los juveniles fueron la categoría más abundante, lo que corresponde a un proceso de colonización. Las variables físicas de las playas que determinaron la caracterización de los 24 tipos de hábitat disponibles fueron la exposición a los vientos dominantes del Nor-Noreste, la pendiente de la playa, la presencia de pozas de marea y brisa, y el tipo de sustrato. *Z. californianus* estuvo presente en el 80% de los hábitats descritos y *A. townsendi* en el 50%, sugiriendo que este último fue más selectivo. Sin embargo, no se encontró evidencia estadística ($p > 0.95$) de que alguna de las dos especies tuviera preferencias por algún tipo de hábitat en particular. El uso de hábitat de las especies fue diferente ($p > 0.95$), lo que sugiere que a pesar de tener el mismo sistema de apareamiento, temporalidad reproductiva y estrategia de crianza no existe traslapo en el hábitat terrestre.

Palabras Clave: *Zalophus californianus*, *Arctocephalus townsendi*, Islas San Benito, Preferencia de hábitat, Uso de hábitat.

ABSTRACT of the thesis presented by **Daniela Gutiérrez García** as a partial requirement to obtain the MASTER OF SCIENCE degree in MARINE ECOLOGY Ensenada, Baja California, Mexico December 2009.

OTARIID SELECTION AND USE OF HABITAT IN THE SAN BENITO ISLAND, MEXICO DURING THE BREEDING SEASON

The California sea lion (*Zalophus californianus*), and the Guadalupe fur seal (*Arctocephalus townsendi*) are two otariids coexisting at San Benito Islands (Este, Centro, and Oeste), Baja California, Mexico. Since the latter started to recolonize the islands at the end of the 1990 decade. We evaluated the species' use of terrestrial habitats during the 2008 summer. We counted all age and sex categories of both species and characterized 69 sites in the three islands. We estimated 19,00 *Z. californianus* and 3,600 *A. townsendi*. The highest abundance of *Z. californianus* was found in San Benito del Centro (60%), followed by Este (25, and finally Oeste (15%). *A. townsendi* was most abundant in Isla Oeste (68%), followed Este (31%) and finally Centro (<1%). The population structure of *Z. californianus* corresponds to a population with stable class structure, while *A. townsendi* juveniles were the most abundant category, indicating a colonization process. The beaches' physical variables chosen to characterize the 24 habitat types described were exposure to the prevailing North-Northeasterly winds, beach slope, presence of tide pools and wave spray, and substrate type. *Z. californianus* was present in 80% of the habitats described, and *A. townsendi* in 50%, suggesting that the latter was more selective. However, no statistical evidence was found ($p > 0.95$) that one of the two species had preferences for any particular habitat. The habitat use of both species was different ($p > 0.95$), suggesting that despite having the same mating system, reproductive seasonality, and breeding strategy there is no overlap in the terrestrial habitat use.

Keywords: *Zalophus californianus*, *Arctocephalus townsendi*, San Benito Islands, Habitat preference, Habitat use

Dedicatorias

A mi mamá

María Soledad

Mis hermanos

Cintia, Samuel y Juan Angel

Mi abuelita †

Consuelo

Mi tía

Estela

Mis sobrinos

Yvette, Sammy y el que viene

Gracias por ser parte de mi vida, ayudarme e impulsarme a ser mejor cada día, los quiero mucho.

Agradecimientos

A **Concha** por acompañarme a campo, enseñarme de lo mucho que sabe sobre pinnípedos y por ayudar a que este trabajo mejorará en todos aspectos.

A **Horacio** por las discusiones sobre la tesis, sus ideas locas y su interés en el tema.

A los dos por aceptarme como su estudiante, por su entusiasmo e interés, pero sobretodo por apoyarme en todo momento y permitir que aprendiera con ustedes. **GRACIAS.**

A **Oscar** por su interés en mejorar este trabajo y dedicar parte de su tiempo para mejorar las cosas. También por su amistad y adoptarme como parte de su laboratorio algunas veces y prestarme su oficina para trabajar. **Muchas gracias.**

A **Eugenio** por sus comentarios, disponibilidad e interés en mi trabajo.

A **Don Eulogio** por ayudarme en la salida a campo, por ser mi “amigo por siempre”, por su entusiasmo y cantar todo el camino de Ensenada hasta Punta Eugenia.

CONACYT por darme beca, lo que me permitió terminar la maestría.

A la Sociedad Cooperativa de Productores Pesqueros “**Pescadores Nacionales de Abulón**” de la isla de Cedros por el apoyo y las facilidades para llevar a cabo el trabajo de campo.

A **Olga y a la Maestra Elenita** por darme parte de su tiempo en orientarme y resolver mis dudas de estadística.

Karina de la Rosa por sus comentarios atinados, interés y discusiones que me llevaron a mejorar el trabajo.

A **Erick tiburón** también por cooperar con comentarios y dar parte de su tiempo para discutir el tema.

A **Sharon** por sus excelentes clases durante la maestría y por dedicarme algunas veces parte de su tiempo.

A **Vicente** por el conocimiento que involucra charlar con él toda una mañana, por su amistad, apoyo y buena vibra.

A mis amigas **Rosy, Lety y Coquis** por apoyarme y estar conmigo a distancia.

A mis amigos de generación por su amistad y apoyo, por las desveladas, fiestas, consejos, alegrías y que el estar estos dos años y cachito conmigo en Ensenada fuera algo genial. **Jose** (sin acento), **Bert**, **Annelisse**, **Vania**, **Luis**, **Jorge**, **Isa**, **Alex**, **Jonksito**.

A **Vite**, **Héctor**, **Mata** (por encontrarnos después de dos años en Ensenada) y a los tres por aguantarme en la misma casa, mis malas caras, mis desvelos y por apoyarme a pesar de todo. **Gloria** la mejor de las vecinas y buena amiga, **Fer** por tu amistad y estar siempre dispuesto a ayudarme, **Cris** tu buena vibra, amistad y comprensión. Todos son mis amigos casi hermanos que hicieron de mi estancia en Ensenada fuera genial, por su apoyo, amistad, consejos y comprensión.

A los amigos de Oceanografía física: **Gaby**, **Lily**, **Vladimir**, **Lalo**.

A **Héctor** por encontrarnos y convertirse en parte importante en mi vida e impulsarme en estos últimos meses. Tu interés en mejorar mi trabajo y por estar conmigo en todo momento.

ÍNDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT.....	ii
Dedicatorias.....	iii
Agradecimientos	iii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABLAS.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
II.1. Objetivo general.....	3
II. 2. Objetivos particulares.	3
III. ANTECEDENTES	4
III.1. Selección y uso de hábitat.	4
III.2. Generalidades de los otáridos.....	5
III.3. Distribución y abundancia de <i>Zalophus californianus</i> y <i>Arctocephalus townsendi</i>	6
III.4. Reproducción de <i>Zalophus californianus</i> y <i>Arctocephalus townsendi</i>	10
III.5. Termorregulación en los pinnípedos	10
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
IV.1. Área de estudio.....	12
IV.2 Trabajo de campo.....	14
IV.3 ANÁLISIS DE DATOS	Error! Bookmark not defined.
IV.3.1. Tamaño y estructura de las colonias.....	19
IV.3.2. Clasificación de los tipos de hábitat para cada especie	20

ÍNDICE (continuación)

IV.3.2.1. Preferencias de hábitat por especie.....	21
IV.3.2.2. Comparación del uso de los recursos entre las dos especies	23
V. RESULTADOS	24
V.1. Tamaño y estructura de las colonias	24
V.2. Preferencias de hábitat por especie	29
V.2.1. Clasificación de tipos de hábitat	29
V.3. Uso y preferencia de hábitat por especie.....	36
V.4. Comparación del uso de recursos entre las especies	41
VI. DISCUSIÓN.....	43
VII. CONCLUSIONES	49
VIII. LITERATURA CITADA	51
ANEXO I	62

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura</i>		Página
1	Rango de distribución actual del lobo marino de California (<i>Zalophus californianus</i>).	8
2	Rango de distribución actual del lobo fino de Guadalupe (<i>Arctocephalus townsendi</i>).	9
3	Mapa de localización de las Islas San Benito, México.	13
4	Estructura de la colonia del lobo marino de California (<i>Zalophus californianus</i>)	27
5	Estructura de las colonias del lobo fino de Guadalupe (<i>Arctocephalus townsendi</i>).	28
6	Valores del puntaje de elección para el lobo marino de California (<i>Zalophus californianus</i>) en los 24 hábitats descritos para las Islas San Benito.	37
7	Valores del puntaje de elección para el lobo fino de Guadalupe (<i>Arctocephalus townsendi</i>) en los 24 hábitats descritos para las Islas San Benito.	37
8	Valores del puntaje de elección para el lobo marino de California (<i>Zalophus californianus</i>) para cada categoría de edad.	38
9	Valores del puntaje de elección para el lobo fino de Guadalupe (<i>Arctocephalus townsendi</i>) para cada categoría de edad en las Islas San Benito.	39
10	Comparación del uso entre las dos especies de otáridos en cada tipo de hábitat descrito.	42

LISTA DE TABLAS

<i>Figura</i>		<i>Página</i>
I	Definición de las categorías de edad para <i>Zalophus californianus</i>	15
II	Descripción de la categorías de edad para el lobo fino de Guadalupe (<i>Arctocephalus townsendi</i>)	16
III	Variables usadas para la clasificación de hábitat.	18
IV	Conteos de lobo marino de California (<i>Zalophus californianus</i>) en las islas San Benito en la temporada reproductiva del 2008. MA = machos adultos, MSA = machos subadultos, H = hembras, J = juveniles, C = crías, M = misceláneos, SBO = San Benito del Oeste, SBC = San Benito del Centro, SBE = San Benito del Este.	25
V	Conteos de lobo fino de Guadalupe (<i>Arctocephalus townsendi</i>) en las Islas San Benito en la temporada reproductiva de 2008. MA = machos adultos, MSA= machos subadultos, H= hembras, J= juveniles, C= crías, M= misceláneos, SBO = San Benito del Oeste, SBC = San Benito del Centro, SBE = San Benito del Este.	25
VI	Estimación del número de crías producidas, tamaño mínimo y tamaño de la colonia de lobo marino de California (<i>Zalophus californianus</i>) en las islas San Benito durante la temporada reproductiva de 2008.	26
VII	Resultado del MGL para machos adultos de lobo marino de California (<i>Z. californianus</i>).	30
VIII	Resultado del MGL para machos subadultos de lobo marino de California (<i>Z. californianus</i>).	30
IX	Resultado del MGL para hembras de lobo marino de California (<i>Z. californianus</i>).	31
X	Resultado del MGL para crías de lobo marino de California (<i>Z. californianus</i>)	31

LISTA DE TABLAS (continuación)

XI	Resultado del MGL para juveniles de lobo marino de California (<i>Z. californianus</i>).	32
XII	Resultado del MGL para machos adultos de lobo fino de Guadalupe (<i>A. townsendi</i>).	32
XIII	Resultado del MGL para machos subadultos de lobo fino de Guadalupe (<i>A. townsendi</i>).	33
XIV	Resultado del MGL para juveniles de lobo fino de Guadalupe (<i>A. townsendi</i>).	33
XV	Resultado del MGL para hembras de lobo fino de Guadalupe (<i>A. townsendi</i>).	34
XVI	Resultado del MGL para crías de lobo fino de Guadalupe (<i>A. townsendi</i>).	34
XVII	Tipos de hábitat descritos con base en el MGL para las Islas San Benito.	35
XVIII	Valores del índice de disimilitud de Bray-Curtis del lobo marino de California (<i>Zalophus californianus</i>) de cada categoría de edad, psuedo-valores promedio del DBC y valor de significancia, <i>p</i> .	40
XIX	Valores del índice de disimilitud de Bray-Curtis para el lobo fino de Guadalupe (<i>Arctocephalus townsendi</i>) de cada categoría de edad, psuedo-valores promedio del DBC y el valor de significancia, <i>p</i> .	40
XX	Valores de la distancia de Bray-Curtis entre el lobo marino de California y el lobo fino de Guadalupe (<i>Zalophus californianus</i> y <i>Arctocephalus townsendi</i>), pseudo-valores promedio y valor de la significancia, <i>p</i> .	41

I. INTRODUCCIÓN

La selección de recursos puede analizarse desde dos puntos de vista (Manly *et al.*, 1993). El primero toma en cuenta la selección más apropiada en función de la disponibilidad de los recursos; el segundo considera que la selección está influenciada por la competencia y es denso-dependiente (Rosenzweig, 1981). La diferenciación en la selección de hábitat permite la coexistencia de especies que de otra forma pudieran estar compitiendo. Un factor importante que determina la selección de hábitat depende directamente de los recursos disponibles y del uso que cada especie haga de estos. Se supone que en general los individuos seleccionan aquellos recursos que mejor satisfagan sus necesidades, por lo que los recursos de alta calidad serán seleccionados sobre los de baja calidad; sin embargo, la distribución de los recursos puede ser homogénea o heterogénea, modificando el uso que una especie haga de ellos (Manly *et al.*, 1993).

Los pinnípedos son mamíferos que se han adaptado tanto a la vida acuática -donde se alimentan- como a la terrestre -donde descansan, mudan y se reproducen (Riedman, 1990). Las tres familias de pinnípedos son: Otariidae, lobos marinos y lobos finos; Phocidae, focas verdaderas y Odobenidae, morsas (Reynolds III y Rommel 1999), de las cuales las familias Phocidae y Otariidae se encuentran en México únicamente.

El lobo marino de California (*Zalophus californianus*) y el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) son dos otáridos que habitan en las islas de la costa occidental de Baja California. Ambas especies se reproducen estivalmente y presentan como sistema de apareamiento la poliginia moderada (Riedman, 1990). En este tipo de sistema de apareamiento no existe ningún tipo de cuidado parental de los machos hacia las crías y las decisiones que las hembras toman antes y durante los eventos reproductivos tienen efectos determinantes en la sobrevivencia de sus crías (Arnold, 1994). La crianza es uno de los factores que determinan la distribución en tierra de las hembras durante la temporada de

reproducción. Las hembras buscan áreas para la crianza que ofrezcan protección a sus crías en contra de depredadores y que presenten recursos para la termorregulación (como el fácil acceso al agua, la formación de pozas y una sombra abundante), principalmente en zonas templadas y tropicales (Cassini, 1999). La selección de las hembras sobre el sitio de crianza influye en el tamaño corporal y en la seguridad de las crías, siendo estos factores determinantes de la sobrevivencia al corto (del nacimiento al destete) y al mediano plazo (hasta el primer año de vida, Boyd y McCann, 1989; McMahon *et al.*, 2000). En los otáridos la lactancia es prolongada (*ca.* 1 año) y las hembras realizan viajes de alimentación dejando a sus crías solas en las playas (estrategia del ciclo alimentario) (Boness y Bowen, 1996; Cassini, 1999).

En esta tesis se presentan los resultados de la investigación realizada sobre la selección y uso de hábitat terrestre de *Zalophus californianus* (lobo marino de California) y *Arctocephalus townsendi* (lobo fino de Guadalupe) en las Islas San Benito, Baja California, durante la temporada de reproducción de 2008. La hipótesis que se probó fue que debido a las similitudes entre ambas especies en el sistema de apareamiento, la temporalidad reproductiva y la estrategia de crianza, existe un traslapo del hábitat terrestre en las zonas de reproducción y crianza.

II. OBJETIVOS

II.1. Objetivo general.

Evaluar el uso y la selección de hábitat de las dos especies de otáridos que habitan en las Islas San Benito durante la temporada de reproducción.

II. 2. Objetivos particulares.

1. Estimar el tamaño y la estructura de las colonias *Z. californianus* y *A. townsendi* de las Islas San Benito durante la temporada reproductiva de 2008.
 2. Evaluar las preferencias de hábitat terrestre para cada especie de otárido de las islas San Benito.
 3. Comparar el uso de recursos (hábitats disponibles) entre las dos especies en las Islas San Benito durante la temporada de reproducción de 2008.
-
-

III. ANTECEDENTES

III.1. Selección y uso de hábitat.

El uso de los recursos de una especie está determinado por los tipos de alimento que consume y la variedad de hábitat que ocupa en determinado período. Cuando los recursos son utilizados desproporcionalmente con respecto a su disponibilidad, entonces el uso es selectivo. El uso de un recurso es la cantidad utilizada por un animal en un período; la disponibilidad del recurso se refiere a la cantidad en el ambiente, la selección es el proceso dentro del cual un animal escoge un recurso y la preferencia es la probabilidad asociada a la selección de un recurso sobre los demás (Manly *et al.*, 1993).

Se han elaborado muchos procedimientos analíticos para evaluar el uso de los recursos y determinar su preferencia, particularmente en relación a la información de su disponibilidad (Johnson, 1980). Los estudios que cuantifican el uso de hábitat por las especies se pueden usar para evaluar los requerimientos biológicos de las especies, predecir posibles cambios en el hábitat y analizar los procesos ecológicos (Carey *et al.*, 1992). Cuando los hábitats se clasifican en categorías discretas, el uso de hábitat puede ser estudiado usando técnicas desarrolladas para realizar experimentos de selección de recursos (Manly *et al.*, 1993).

Estos métodos tratan de determinar cuándo el uso de hábitat es selectivo, considerando que la disponibilidad de cada tipo de hábitat es constante durante el período de estudio y que cada observación representa una elección independiente tomada de una serie de posibilidades (Arthur *et al.*, 1996). Como resultado, las respuestas de los individuos ante los diferentes tipos de hábitat pueden sugerir las afinidades por algún tipo de hábitat en particular (Webb *et al.*, 1977).

Los factores que influyen en la selección de hábitat incluyen la densidad poblacional, la competencia con otras especies, la selección natural, la herencia, la composición química del alimento y la depredación (Peek, 1986). Los recursos seleccionados por un taxón

pueden ser detectados y medidos comparando un grupo de variables asociadas a ellos, y se pueden clasificar como disponibles, usados o no usados (Pledger *et al.*, 2007). La competencia entre poblaciones de diferentes tamaños por un mismo recurso provoca la disminución de la disponibilidad del recurso para la población menor (Sutherland, 1996a). En este contexto, las poblaciones más grandes se pueden agregar en los sitios más productivos. Además, los territorios de algunos grupos se pueden extender más allá de las necesidades inmediatas, lo que obliga a algunos individuos relegados a colonizar hábitat de menor calidad o marginal (Kennett *et al.*, 2006).

El estudio de la selección de hábitat es especialmente crítico para las especies amenazadas o en peligro ya que puede proveer información útil en el establecimiento de estrategias de conservación y manejo. Estos estudios se realizan discriminando los recursos que son seleccionados con mayor frecuencia sobre otros disponibles (Manly *et al.*, 1993).

III.2. Generalidades de los otáridos

Los pinnípedos presentan características anatómicas que los diferencian del resto de los carnívoros: son de gran tamaño corporal, presentan una capa aislante de grasa y pelo, modificaciones en el esqueleto que los adapta a su vida acuática, cuerpo fusiforme, habilidad limitada para la locomoción en tierra y agua, implantación retardada del huevo y una capacidad para el buceo superior a cualquier mamífero terrestre (Reynolds III *et al.*, 1999). El precio de los pinnípedos por evolucionar, especializarse y tener adaptaciones marinas ha sido la pérdida de atributos que les permiten una vida segura en tierra, siendo lo más costoso la disminución de la movilidad, lo que los hace particularmente vulnerables ante los depredadores terrestres (Stirling, 1983; Riedman, 1991).

Los pinnípedos se dividen en tres familias: Otariidae (lobos marinos y lobos finos), Phocidae (focas verdaderas) y Odobenidae (morsas, King, 1983). En el noroeste de México se encuentran dos miembros de la Familia Otariidae, *Zalophus californianus* (lobo marino de California) y *Arctocephalus townsendi* (lobo fino de Guadalupe) y dos de la Familia

Phocidae, el *Mirounga angustirostris* (elefante marino del norte) y *Phoca vitulina richardsii* (foca común, Aurióles-Gamboa, 1993).

La Familia Otariidae incluye a los lobos marinos (subfamilia Otariinae) y lobos finos (subfamilia Arctocephalinae). Los miembros de esta familia se caracterizan por la habilidad para rotar la pelvis y colocar las extremidades posteriores bajo el cuerpo, la presencia de un pequeño oído externo (pina), pelo grueso y denso, además extremidades anteriores largas que sirven para la propulsión bajo el agua. Todas las especies presentan dimorfismo sexual, son poligínicas y el cuidado materno es prolongado, un año en promedio (Riedman, 1990).

III.3. Distribución y abundancia de *Zalophus californianus* y *Arctocephalus townsendi*

Zalophus californianus se distribuye desde la Columbia Británica, Canadá, hasta la península de Baja California, México, tanto en la costa occidental como dentro del Golfo de California (Fig. 1) (Odell, 1975; Le Boeuf *et al.*, 1983). El tamaño de la población de *Z. californianus* en la costa occidental de Baja California se estimó en 87,000 individuos para el 2000, con una tasa de crecimiento anual de 3.2%, siendo la Isla Cedros y el archipiélago de San Benito donde se contó el mayor número de crías (Lowry y Maravilla, 2005). Dentro del archipiélago de San Benito, la isla del Centro concentró la mayor abundancia (*ca.* 3,000 crías), seguida de la isla del Este (1,500 crías) y finalmente la isla del Oeste (menos de 400 crías, Lowry y Maravilla, 2005).

Debido a la cacería indiscriminada, la población mundial del *Z. californianus* se redujo drásticamente hacia principios del siglo XX (Cass, 1985; Weber *et al.*, 2004). En 1930 la población comenzó a recuperarse y para 1940 se estimaron 2,000 individuos para las islas del sur de California. Unos años después se estimaron 17,000 individuos en esta misma región y se calculó que la población debía crecer entre 15,000 a 20,000 individuos en un futuro (Bartholomew, 1967). En la actualidad es la especie de pinnípedo más abundante en la costa oeste de Estados Unidos y México, con 350,000 individuos (9% en el Golfo de

California, 22-24% en la costa oeste de Baja California y 67-69% en Estados Unidos, Le Boeuf y Bonnell, 1980; Lowry y Maravilla, 2005).

La distribución y abundancia de *A. townsendi* previas a su explotación son desconocidas, pero investigaciones arqueológicas sugieren que el rango de distribución era amplio, desde Point Conception, California, hasta las Islas Revillagigedo (Reeves *et al.*, 1992) y el tamaño de la población pudo ser de entre 30,000 y 100,000 animales (Hamilton, 1951). La explotación comercial de su piel se inició desde finales del siglo XVIII y continuó hasta 1820, con la supuesta desaparición de colonias en el sur de California; a partir de 1825 y hasta 1894 la cacería continuó en aguas mexicanas (King, 1983; Reeves *et al.*, 1992). Se estima que entre 1806 y 1890 se capturó sólo en México a 52,000 individuos, la mayoría de ellos entre 1848 y 1877 (Reeves *et al.*, 1992). En la última etapa de la cacería (1876-1894) se calcula que se sacrificaron alrededor de 5,575 animales (Townsend, 1931). A partir de 1897 se le consideró extinta, hasta que en 1926 se observó a dos machos en la isla Guadalupe, mismos que fueron capturados para el zoológico de San Diego (Wegeforth, 1928). Nuevamente se le consideró extinta, pero en 1949 un macho adulto fue observado en la isla San Nicolás, California (Bartholomew, 1950) y en 1954 se encontró un pequeño grupo reproductivo en la isla Guadalupe (Hubbs, 1956), lugar al que permaneció confinada hasta 1997, cuando un grupo se localizó en la isla San Benito del Este (Maravilla y Lowry, 1999).

Para el período 1955 – 1993 la tasa de crecimiento de la colonia de la isla Guadalupe se estimó en 13.7% (tasa finita 11.75%) (Gallo, 1994). En la actualidad, la distribución del *A. townsendi* se restringe a las islas Guadalupe y San Benito, localizadas en la costa occidental de Baja California (Fig. 2) (Peterson *et al.*, 1968; Maravilla-Chávez y Lowry, 1999). En las islas San Benito, se contaron 250 individuos en 1997 (Maravilla y Lowry 1999); para el 2000 se contaron cerca de 500 individuos (Hernández y Aurióles, 2000) y en el verano de 2007 se contaron 2,200 individuos (Esperón 2009). En el 2003 el tamaño de la población se estimó en 14,000 individuos, incluyendo la isla Guadalupe y las islas San Benito (Gallo *et al.*, 2003).

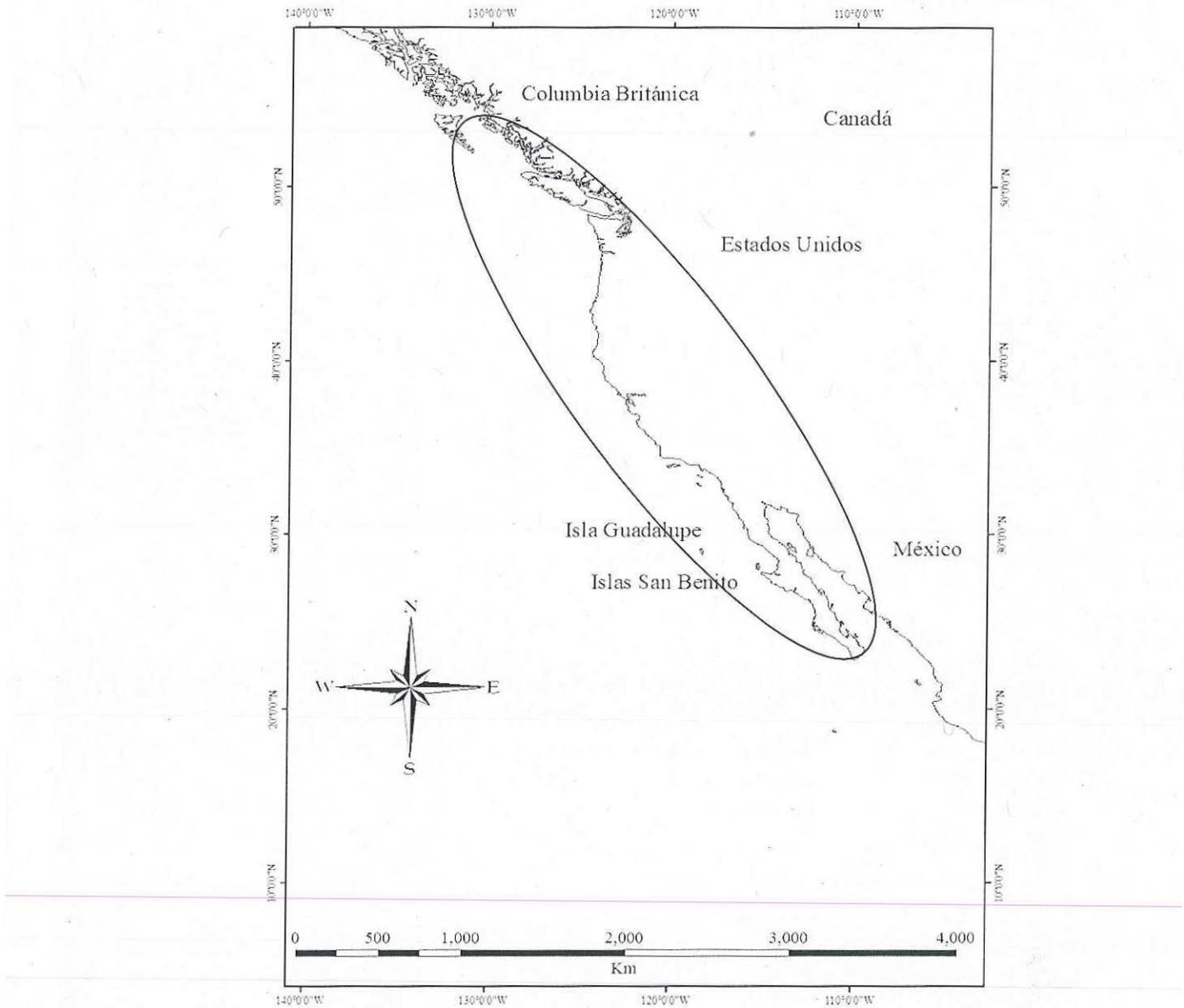


Figura 1. Rango de distribución actual del lobo marino de California (*Zalophus californianus*).

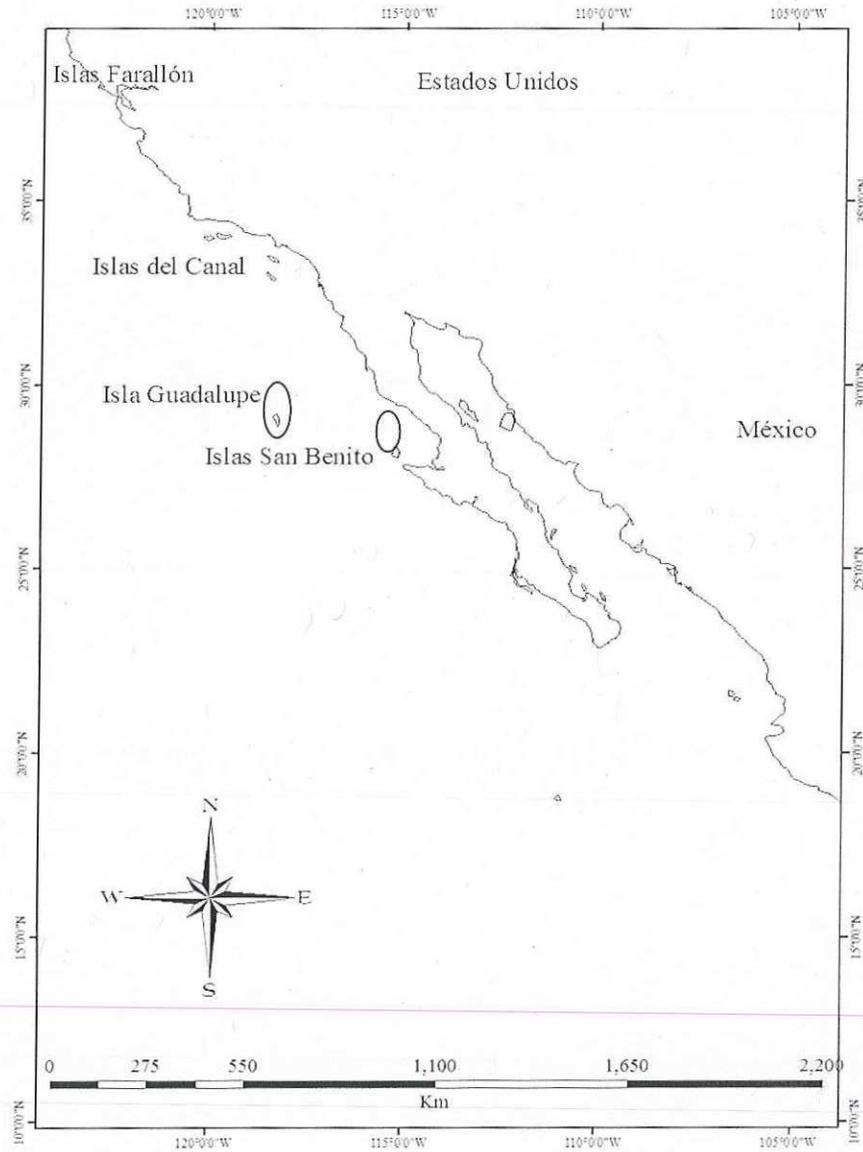


Figura 2. Rango de distribución actual del lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*).

III.4. Reproducción de *Zalophus californianus* y *Arctocephalus townsendi*

El ciclo reproductivo de ambas especies es anual e incluye un distintivo y breve período de nacimientos y otro de cópulas (Weltz *et al.*, 1999). Las hembras de lobo marino de California paren en los meses de mayo y junio, y el destete sucede aproximadamente 12 meses más tarde, de manera gradual (Peterson y Bartholomew, 1967; Ono *et al.*, 1987; Bowen, 1991). Los nacimientos del lobo fino de Guadalupe ocurren en julio y agosto, y la lactancia dura entre 8 y 11 meses (Peterson *et al.*, 1968; Gallo-Reynoso, 1994). En ambas especies, el sistema de apareamiento es la poliginia moderada con establecimiento de territorios semi-acuáticos (Riedman, 1990).

En los pinnípedos, al igual que en otras especies de mamíferos poligínicos, el cuidado parental es exclusivo de las hembras y su éxito está condicionado principalmente por su habilidad para obtener los recursos vitales para ellas y sus crías (Trivers, 1972; Clutton-Brock, 1991). Las hembras son las únicas que proveen de alimento a las crías (Boness y Bowen, 1996), por lo que su distribución espacial y temporal está determinada por la distribución de los recursos (Emlen y Oring, 1977). La inversión materna en los pinnípedos está influenciada por factores, como la disponibilidad de alimento, los patrones de asistencia materna, la duración de la crianza, la edad y la experiencia materna (Lunn *et al.*, 1993; Boness y Bowen, 1996). En términos generales, en las focas la lactancia dura algunos días o semanas y las hembras permanecen sin alimentarse desde el parto hasta el destete; para los otáridos la lactancia es más prolongada (de meses o años) y las hembras alternan períodos de amamantamiento en tierra con viajes de alimentación al mar (King, 1983; Bonner, 1984; Trillmich, 1990).

III.5. Termorregulación en los pinnípedos

Los pinnípedos mantienen un comportamiento asociado a su termorregulación y están morfológica y fisiológicamente bien equipados para mantener una buena termorregulación en el medio acuático. Sin embargo, estas adaptaciones para conservar el calor del cuerpo

en el agua a menudo causan problemas de sobrecalentamiento en tierra, especialmente en los otáridos y fócidos de zonas tropicales o subtropicales (Weltz *et al.*, 1999).

En algunas especies de otáridos que habitan en zonas templadas o tropicales, las hembras cambian de lugares dentro de las playas durante el día, permaneciendo en superficies húmedas asociadas a zonas de barrido de la marea. Cuando las temperaturas son extremas o la orilla de la playa no es lugar para establecerse, las hembras se van al mar o a pozas para termorregular (Cassini, 1999).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

IV.1. Área de estudio

El complejo insular de San Benito se localiza al noroeste de la isla Cedros (entre 28°18' y 28°21'N; 115°22' y 115°32'W), en la región central de la costa occidental de la península de Baja California (Fig. 3) y está conformado por tres islas que reciben su nombre de acuerdo con su posición longitudinal: San Benito Este, San Benito del Centro y San Benito Oeste (Junak y Philbrick, 1997). El área de la isla del Oeste es de alrededor de 3.86 km², su largo máximo es de 2.85 km con ancho de 2.40 km, la altitud máxima es de 212 msnm. El área total de la isla del Este es de aproximadamente 1.42 km², su largo es de 2.40 km y el ancho máximo de 1.50 km, la máxima altitud de esta isla es de 128 msnm (Samaniego *et al.*, 2007). La isla del Centro es la más pequeña de las tres islas, su área es de 0.53 km², el largo máximo es de 1.40 km y el ancho de 0.80 km, su altitud máxima no alcanza los 25 msnm. El clima de las islas es árido, con una precipitación anual promedio de 65.1 a 121.3 mm, siendo en el otoño e invierno, principalmente durante los meses de diciembre, enero y febrero, cuando ocurre aproximadamente el 95% de la precipitación (Junak y Philbrick, 1997). La temperatura promedio anual varía entre 19.0 y 20.6°C; los meses más fríos son enero y febrero, con media mensual de 15.3 a 17.6°C (Junak y Philbrick, 1997).

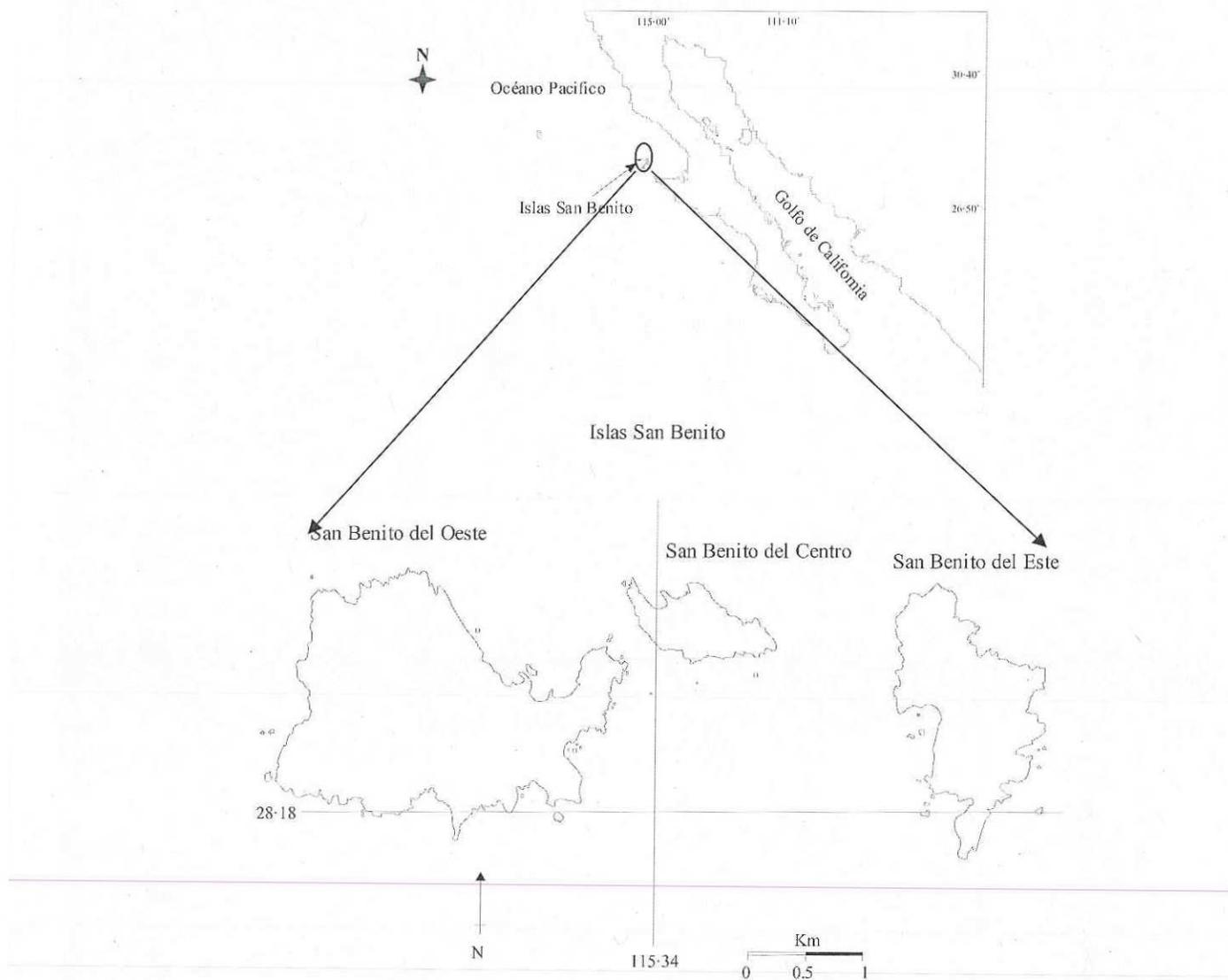


Figura 3. Mapa de ubicación de las Islas San Benito, México

IV.2 Trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó durante el mes de agosto de 2008 e incluyó conteos de ambas especies y el registro de características físicas de las playas. Los conteos se hicieron al final de la temporada reproductiva de ambas especies, del 4 al 6 de agosto de 2008. Dependiendo de las condiciones topográficas de las islas, los conteos se hicieron desde embarcación o a pie. *Z. californianus* y *A. townsendi* se clasificaron en seis categorías de edad y sexo: machos, machos subadultos, hembras, juveniles, crías y misceláneos (Tabla I y II). En los conteos realizados desde mar, la isla se circunnavegó a bordo de una embarcación menor con motor fuera de borda y se utilizaron binoculares 10x42; la distancia de la embarcación a la costa fue de entre 10 y 30 m. El conteo en la isla del Este se hizo el 5 de agosto y se llevó a cabo en su totalidad desde embarcación. El mismo procedimiento se siguió para el conteo en la región suroeste de la isla del Oeste el 6 de agosto. Los conteos en el resto de la isla del Oeste fueron el 4 de agosto y de la isla del Centro el 5 de agosto los cuales se hicieron a pie y utilizando binoculares 10x42.

Tabla I. Definición de las categorías de edad para *Zalophus californianus*

Categoría de edad		Características	Longitud (m)	
Machos (MA)	adultos	Son individuos mayores a 9 años de edad. Su color es gris, café oscuro o negro. El cuello es grueso y la cabeza está coronada por una cresta sagital.	2.0 – 2.5	Peterson y Bartholomew, 1967; Orr <i>et al.</i> 1970.
Machos (MSA)	subadultos	Son individuos sexualmente maduros de entre 5 y 9 años de edad. Su color similar al de los machos adultos, pero tienen el cuello y la cresta sagital menos desarrollados.	1.5 – 2.0	Orr <i>et al.</i> 1970
Hembras (H)		Su madurez sexual es entre los 4 y 5 años de edad. Su color es café claro o crema. No presentan cresta sagital y el cuello es esbelto.	1.4 – 1.6	Lluch, 1969
Juveniles (J)		Son individuos sexualmente inmaduros de ambos sexos con edades que fluctúan entre 1 y 4 años.	1.0 – 1.3	Peterson y Bartholomew, 1967
Crías (C)		Los individuos pertenecen a este grupo hasta llegar al primer año de edad y su color es gris oscuro o negro.	0.74 – 0.78	Le Bouef <i>et al.</i> 1983

Tabla II. Descripción de la categorías de edad para el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*), (Antonelis y Fiscus, 1980; Fleischer, 1978; Gallo, 1994).

Categoría de edad	Características	Longitud (m)
Machos adultos (MA)	Su color es café oscuro y en el pecho tiene una coloración más clara	2.00
Machos subadultos (MSA)	Son individuos más pequeños que los machos adultos.	1.80
Hembras (H)	Su coloración es entre café oscuro y gris.	1.40
Juveniles (J)	Son animales que tienen la misma coloración de las hembras y son más grandes que las crías.	-
Crías (C)	Las crías tienen una coloración negra.	0.50

Para caracterizar los tipos de hábitat se usaron 17 variables (Tabla III), algunas de ellas tomadas del trabajo de Stevens y Boness (2003). Las variables se registraron como datos de presencia-ausencia en un total de 69 sitios: 34 en la isla del Oeste, 20 en la isla del Centro y 15 en la del Este. La determinación de los sitios se basó principalmente en el cambio de la orientación de las playas, misma que fue referida con una brújula, y cada sitio se georreferenció con GPS (Garmin Modelo GEKO 201). Los tipos de sustrato se registraron de acuerdo a la siguiente clasificación: a) acantilado: tipo de sustrato que se forma debido a una erosión causada por efecto de las olas en las orillas de las playas y presenta pendientes abruptas (Winston, 1962), b) arenoso: sustrato compuesto de partículas de roca sedimentaria disgregadas; la composición de la arena varía según los recursos y condiciones de la roca (Thompson y Turk, 1991), c) canto rodado: fragmento de roca más grande que un guijarro; su diámetro supera los 25.6 cm (Thompson y Turk, 1991), d) roca gigante: sólido de minerales de gran tamaño (Thompson y Turk, 1991), y e) plataforma rocosa: planicie de fragmentos de roca y suelo con una pendiente suave hacia el mar (Dolgoff, 1998). Estos datos fueron colectados al mismo tiempo que se realizaron los conteos de ambas especies. Tanto en los conteos como en la caracterización de las playas participaron cuatro personas: dos personas contando todas las categorías de edad de ambas especies de lobos, una anotando las características de la playa y el conteo de crías, y el motorista de la panga.

Tabla III. Variables usadas para la clasificación de hábitat.

Variable	Unidad de medida
Orientación de la playa	
Norte	N-NW = 1; N-NE = 0
Sur	S-SW = 1; S-SE = 0
Oeste	W-NW = 1; W-SW = 0
Este	E-NE = 1; E-SE = 0
Ubicación de la playa	
NW	NW = 1; NE, SE, SW = 0
SW	SW = 1; SE, NW, NE = 0
NE	NE = 1; NW, SE, SW = 0
SE	SE = 1; NW, NE, SW = 0
Inclinación (pendiente) de la playa	
Hacia la playa	$< 10^\circ$ o $\geq 10^\circ$
Tipo de sustrato	
Mixto (Arena y Rocoso)	Presencia = 1; Ausencia = 0
Rocoso (plataforma rocosa, rocas grandes apiladas y acantilado)	Presencia = 1; Ausencia = 0
Canto rodado	Presencia = 1; Ausencia = 0
Abundantes zonas sombreadas	Presencia = 1; Ausencia = 0
Formación de pozas de marea	Presencia = 1; Ausencia = 0
Brisa de oleaje	Presencia = 1; Ausencia = 0
Orilla delimitada por penínsulas	Presencia = 1; Ausencia = 0
Playas inundadas	Presencia = 1; Ausencia = 0

IV.3 ANALISIS DE DATOS

IV.3.1. Tamaño y estructura de las colonias

Para calcular el tamaño mínimo de la población de *Z. californianus* se utilizaron los conteos para machos adultos, machos subadultos, juveniles y misceláneos; el número de hembras se igualo al número de crías contadas, ya que por cada cría hay al menos una hembra.

La estimación del tamaño de la colonia de *Z. californianus* se calculó aplicando dos factores de corrección. En los conteos hechos desde embarcación se considera que se subestima en un 50% el número de crías (Bonell y Ford, 1987); esta corrección se aplicó a los conteos de la Isla del Este y en la parte suroeste de la Isla del Oeste. La mortalidad pre-conteo de crías durante un año normal y con una proporción sexual 1:1 se calcula en 15% (Lowry y Maravilla, 2005); esta segunda corrección se aplicó a los conteos de las tres islas. Finalmente, el tamaño de la colonia se estimó con datos de conteos hechos para la costa Oeste de Baja California en donde se calculo que la proporción de neonatos era del 21%. De esta manera se multiplico el total de crías producidas por el inverso de proporción de crías en la población que fue de 1:4.8 (Boveng, 1988; Lowry y Maravilla, 2005).

La estructura de la población entre las categorías de edad y sexo y para las tres islas se comparó con una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Zar, 1999).

Debido a la falta de información de historia de vida del lobo fino de Guadalupe, solamente se calculó el tamaño mínimo de población de las islas del Oeste y del Este usando el factor de corrección de Fleischer (1978):

$$N = \frac{n + 15.59}{0.61} \quad (1)$$

donde

N representa el número total de animales y n es el número de animales contados desde la embarcación. Este factor de corrección se aplicó a los conteos de las islas Oeste y Este. La

estructura de la población entre las categorías se comparó usando la prueba de Mann-Whitney (Zar, 1999).

El tamaño mínimo se calculó para comparar el número de individuos de ambas especies en las islas, ya que *A. townsendi* solo se encontró establecido en la isla del Oeste y del Este.

IV.3.2. Clasificación de los tipos de hábitat para cada especie

Se utilizó un modelo general lineal (MGL). Para modelar la variable de respuesta Y (presencia de individuos de cada categoría) en función de una o más variables independiente $X_1 \dots X_n$ (características del sitio). El valor esperado de Y ($E(Y)$) fue modelado por la ecuación (Dobson, 2002)

$$E(Y) = \beta_0 + X_1\beta_1 + X_2\beta_2 + \dots + X_{17}\beta_{17} + \varepsilon \quad (2)$$

donde β_0 a β_n son las constantes estimadas a partir de los datos y ε es el error. El tamaño del efecto de cada variable X está dado por el correspondiente valor del coeficiente β . Para seleccionar el mejor modelo para cada categoría de edad se tomaron en cuenta los valores más bajos del criterio de Akaike (AIC), que es una prueba de verosimilitud que compara modelos alternativos y reduce el modelo más complejo al más simple (Hilborn y Mangel, 1997),

$$AIC = -2\log l + 2k \quad (3)$$

donde l representa la máxima verosimilitud del modelo y k el número de parámetros (Sakamoto, *et al.*, 1986).

Se eligieron los mejores modelos de acuerdo a los valores de R^2 y AIC y para definir a los hábitats se escogieron las variables con los valores más altos del coeficiente en cada MGL. Las variables seleccionadas para la descripción de los hábitats fueron las siguientes: orientación a la playa (norte, sur, oeste y este) que en conjunto se nombró como playas expuestas; brisa; pozas; sustrato (rocoso, canto rodado y mixto); pendiente ($<10^\circ$ y $>10^\circ$).

La agrupación de las variables de orientación en playas expuestas se hizo para describir de una manera más simple a los hábitats de las islas. La localización de los sitios en las islas sirve para tener la ubicación sin que sea necesario ponerlo en la descripción de los hábitats. La variable de playa inundada no se incluyó en la descripción de los hábitats debido a que no resultó significativa en los mismos modelos que las pozas, por lo que tomando en cuenta una u otra se puede inferir que las especies tendrán agua disponible en los hábitats. Las variables de sombra y orilla bordeada no se incluyeron debido a que no fueron importantes para las especies por su valor del coeficiente y porque aparecen en menos de la mitad de los modelos resultantes. Por lo que las características obtenidas fueron suficientes para describir a los hábitats en las tres islas.

IV.3.2.1. Preferencias de hábitat por especie

Las preferencias de hábitat de cada especie se analizaron usando el puntaje de elección, que asigna una medida relativa del uso que cada categoría da a los diferentes tipos de hábitat tomando en cuenta únicamente su disponibilidad (Manly, 1974; Pledger *et al.*, 2007). El puntaje de elección se calculó para cada categoría de cada especie como (Manly, 1974):

$$\alpha_r = \frac{\frac{f_r}{g_r}}{\sum_{r=1}^{N_R} \frac{f_r}{g_r}} \quad (4)$$

donde, α_r es el puntaje de elección, f_r es el número de individuos de la categoría A encontrados en el hábitat r ($r = 1, \dots, N_R$), g_r es la proporción de cobertura del hábitat r ($g_r = \frac{n_r}{N_R}$), n_r es el número de sitios incluidos en cada el tipo de hábitat r y N_R son los tipos de hábitat disponibles. Las propiedades de α_r son:

- 1) tiene valores entre 0 y 1 inclusive, $0 \leq \alpha_r \leq 1$,

2) los valores son aditivos hasta 1, $\sum_{r=1}^{N_R} \alpha_r = 1$,

3) si la categoría de interés no usa el hábitat r , $f_r = 0$ y $\alpha_r = 0$,

4) si la categoría de interés tiene una clara preferencia por el hábitat r , $f_r > 0$ y $f_j = 0$ ($j \neq r$), entonces $\alpha_r = 1$, y

5) si la categoría de interés no presenta uso selectivo, entonces todas las α_r tendrán valores iguales y $\alpha_r = \frac{1}{N_R}$.

Para evaluar la preferencia de los tipos de hábitat de cada categoría de edad para ambas especies se empleó el índice de disimilitud de Bray-Curtis (DBC), que compara los valores observados del número de individuos (f_r) con los valores esperados ($E(f_r)$), calculados bajo la hipótesis nula de que el uso de los recursos es homogéneo; es decir, que la densidad relativa (α) es similar entre los diferentes tipos de hábitat (Pledger *et al.*, 2007). Los valores esperados se calcularon como (Pledger *et al.*, 2007)

$$E(f_r) = \frac{F}{N_R} \times n_r \quad (5)$$

donde,

F es el número total de animales de la categoría A observados en todos los hábitat disponibles (desde $r = 1$ hasta N_R). El DBC tiene valores de 0 a 1 y se calcula como (Pledger *et al.*, 2007):

$$DBC = \frac{\sum_{r=1}^{N_R} |f_r - E(f_r)|}{2F} \quad (6)$$

Se generaron 1,000 repeticiones (pseudo-valores del DBC) que se contrastaron con el valor observado del DBC para cada categoría de edad esto para probar si la distribución de los

lobos era homogénea o heterogénea en las islas. La generación de valores aleatorios se hizo con en el programa Octave v. 3.2 (2009). El valor de p se calculó comprando el número de veces que el pseudo-valor fue mayor al valor observado. Si el valor observado del DBC era un evento inusual respecto a los valores generados (pseudo-valores del DBC), entonces la hipótesis nula se rechazó con $p < 0.95$.

IV.3.2.2. Comparación del uso de los recursos entre las dos especies

Para este análisis se empleó la distancia de Bray-Curtis, $d(t, t')$. La hipótesis nula que se probó fue que ambas especies presentan el mismo patrón de uso de los hábitats disponibles, es decir $d(t, t') = 0$ (Pledger *et al.*, 2007). Esta prueba se aplicó para cada categoría de edad y sexo.

Sea n_T el número de especies a comparar y f_{tr} el uso del recurso r por la especie t ($t = 1, 2, \dots, n_T$); además, los individuos de la especie t tendrán las mismas probabilidades ($p_1 \dots p_{nR}$) de seleccionar el recurso r (desde $r = 1, \dots, N_R$) que los individuos de la especie t' . La distancia de Bray-Curtis se calculó de la siguiente manera:

$$d(t, t') = \frac{1}{2} \sum_{r=1}^{N_R} |\alpha_{tr} - \alpha_{t'r}| \quad (6)$$

donde α_{tr} y $\alpha_{t'r}$ representan el puntaje de elección de la categoría A de la especie t y de la especie t' (respectivamente) del sitio r (para la descripción del puntaje de elección ver la sección IV.3.2.1.).

V. RESULTADOS

V.1. Tamaño y estructura de las colonias

Se contaron un total de 5,961 individuos de *Z. californianus* y 2,480 de *A. townsendi* (Tablas IV y V) en las tres islas. El tamaño de la colonia de *Z. californianus* se estimó en 19,072 individuos (tamaño mínimo = 8,899, Tabla VI) y la de *A. townsendi* en 3,400 individuos.

La categoría más abundante de *Z. californianus* fueron las crías, seguidas por las hembras; los menos abundantes fueron los machos (Fig.4). Su mayor abundancia se encontró en la isla del Centro (60%), seguida por la isla del Este (25%) y la del Oeste (15%) (Fig. 4). Respecto de *A. townsendi*, la categoría más abundante fueron los juveniles, seguido de las hembras; las crías fueron la categoría menos abundante (Fig. 5). La mayor abundancia se observó en la isla del Oeste (68%), seguida por la isla del Este (31%) (Fig. 6).

En la estructura de la población de *Z. californianus* no se encontraron diferencias significativas entre las tres islas ($H = 1.62, p = 0.44$). La estructura de la población de *A. townsendi* tampoco varió entre la isla del Oeste y la isla del Este ($U = 18, p = 1.0$).

Tabla IV. Conteos de lobo marino de California (*Zalophus californianus*) en las islas San Benito en la temporada reproductiva del 2008. MA = machos adultos, MSA = machos subadultos, H = hembras, J = juveniles, C = crías, M = misceláneos, SBO = San Benito del Oeste, SBC = San Benito del Centro, SBE = San Benito del Este.

Isla	Fecha	MA	MSA	H	J	C	M	TOTAL
SBW	4 y 6 agosto	71	39	177	129	380	97	893
SBC	5 agosto	143	120	1058	120	2136	0	3577
SBE	6 agosto	78	71	632	65	626	19	1491
TOTAL		292	230	1867	314	3142	116	5961

Tabla V. Conteos de lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) en las Islas San Benito en la temporada reproductiva de 2008. MA = machos adultos, MSA= machos subadultos, H= hembras, J= juveniles, C= crías, M= misceláneos, SBO = San Benito del Oeste, SBC = San Benito del Centro, SBE = San Benito del Este.

Isla	Fecha	MA	MSA	H	J	C	M	TOTAL
SBW	4 y 6 agosto	151	45	413	473	16	581	1679
SBC	5 agosto	3	4	0	1	0	0	8
SBE	6 agosto	183	64	148	282	14	102	793
TOTAL		337	113	561	756	30	683	2480

Tabla VI. Estimación del número de crías producidas, tamaño mínimo y tamaño de la colonia de lobo marino de California (*Zalophus californianus*) en las islas San Benito durante la temporada reproductiva de 2008.

Isla	Crías producidas	Tamaño mínimo	Tamaño de la colonia
San Benito del Oeste	437	1210	2098
San Benito del Centro	2456	5296	11791
San Benito del Este	1080	2393	5183
Total	3973	8899	19072

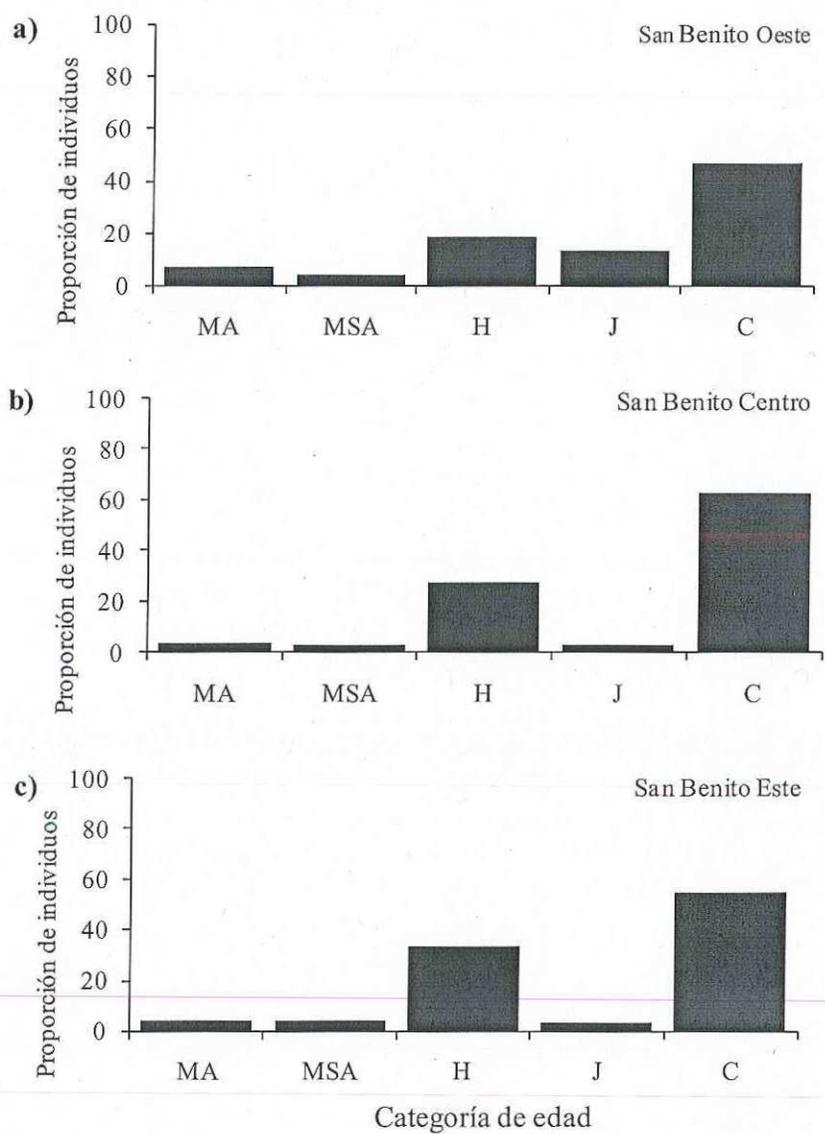


Figura 4. Estructura de la colonia del lobo marino de California (*Zalophus californianus*)

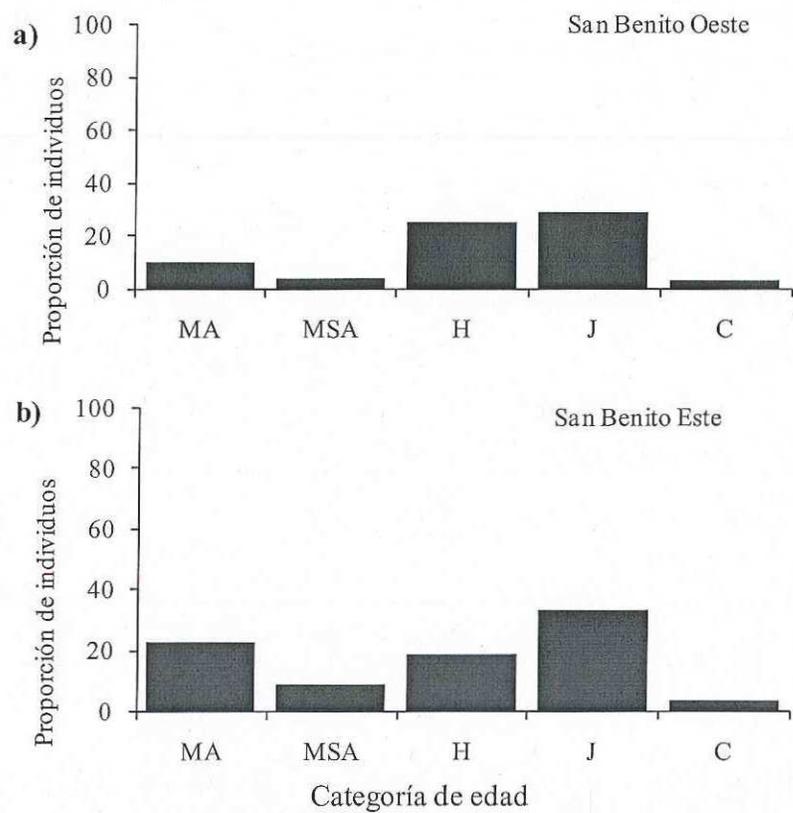


Figura 5. Estructura de las colonias del lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*).

V.2. Preferencias de hábitat por especie

V.2.1. Clasificación de tipos de hábitat

Los resultados del MGL para cada categoría de edad de cada especie se muestran en las tablas V a la XIV. El valor de R^2 para las crías de *A. townsendi* fue bajo, debido a que los datos para esta categoría incluían una gran cantidad de ceros; aún así, el AIC mostró el mejor modelo.

Las variables que estuvieron dentro de los mejores modelos (Tablas VII a XVI) fueron cinco: playa expuesta, tipo de sustrato, pendiente hacia la playa ($<10^\circ$ y $>10^\circ$), presencia de pozas y de brisa. Estas variables se eligieron de acuerdo al valor del coeficiente obtenido para cada categoría de edad en el MGL. En la característica de playa expuesta se incluyeron las playas que se encuentran expuestas a los vientos del Nor-Noroeste (las ubicadas hacia el Norte, las orientadas al Oeste de la isla del Oeste y las orientadas al Este de la isla del Este). Los tipos de sustrato se agruparon en 3 categorías: rocoso (acantilado, roca gigante y plataforma rocosa); mixto (es una combinación de arenoso con rocoso y canto rodado) y canto rodado. Con base en estas 5 características se describieron 24 hábitats tipos de hábitat (Tabla XVII y anexo I). En los resultados que se muestran resultados de las siguientes variables: R^2 es el coeficiente de determinación y su valor fluctúa entre 0 y 1, si su valor es 1 su correlación es perfecta con las variables y si es muy cercano a 0 la ecuación no servirá para la predicción del valor de Y ; el estadístico F que sirve para verificar la correlación entre la variable dependiente y las variables independientes.

Tabla VII. Resultado del MGL para machos adultos de lobo marino de California (*Z. californianus*).

Variable		Coefficiente	Estadístico F	P
Ubicación	Sur	0.125	3.190	0.079
	Oeste	0.498	21.930	0.000
Características	Playas inundadas	0.199	7.392	0.009
	Brisa	-0.514	27.025	0.000
	Pozas	0.141	4.428	0.040
Sustrato	Canto rodado	0.361	2.464	0.122
	Rocoso	0.345	3.100	0.083
R²		0.860		
AIC		110.289		

Tabla VIII. Resultado del MGL para machos subadultos de lobo marino de California (*Z. californianus*).

Variable		Coefficiente	Estadístico F	p
Orientación	Suroeste	0.267	3.079	0.085
	Sureste	0.371	6.301	0.015
Ubicación	Norte	-0.329	6.247	0.015
	Sur	-0.328	6.456	0.014
Características	Este	0.000	11.802	0.001
	Pendiente a la playa	-0.481	2.143	0.149
	Playas inundadas	-0.137	2.492	0.120
	Brisa	-0.214	18.518	0.000
	Pozas	-0.509	4.745	0.034
	Orilla bordeada	0.181	6.007	0.017
R²		0.747		
AIC		132.157		

Tabla IX. Resultado del MGL para hembras de lobo marino de California (*Z. californianus*).

Variable		Coefficiente	Estadístico F	p
Orientación	Sureste	-0.457	4.806	0.032
Ubicación	Sur	0.445	13.774	0.000
	Oeste	0.786	19.244	0.000
Características	Pendiente a la playa	-0.287	5.104	0.028
	Playas inundadas	0.441	11.493	0.001
	Brisa	-0.772	21.277	0.000
	Pozas	0.238	4.033	0.049
	Orilla bordeada	0.337	5.778	0.019
R²		0.835		
AIC		181.120		

Tabla X. Resultado del MGL para juveniles e lobo marino de California (*Z. californianus*).

Variable		Coefficiente	Estadístico F	p
Orientación	Noroeste	0.291	2.940	0.091
	Sureste	-0.280	2.243	0.139
Ubicación	Sur	0.500	11.605	0.001
	Oeste	0.840	19.441	0.000
Características	Playas inundadas	0.555	13.688	0.000
	Brisa	-0.767	17.655	0.000
R²		0.766		
AIC		212.992		

Tabla X. Resultado del MGL para crías de lobo marino de California (*Z. californianus*).

Variable		Coefficiente	Estadístico F	p
Orientación	Sureste	0.285	2.800	0.099
Ubicación	Oeste	0.408	9.838	0.003
Características	Brisa	-0.530	14.356	0.000
	Pozas	0.269	8.149	0.006
	Orilla bordeada	0.169	3.272	0.075
R²		0.611		
AIC		157.269		

Tabla XI. Resultado del MGL para machos adultos de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*).

Variable		Coefficiente	Estadístico F	p
Orientación	Noreste	-0.001	0.455	0.502
	Suroeste	-0.016	0.011	0.916
	Sureste	-0.013	0.515	0.476
Ubicación	Sur	0.077	0.416	0.522
	Este	-0.018	0.565	0.216
Características	Sombra	0.038	0.010	0.919
	Orilla bordeada	-0.001	0.157	0.693
Sustrato	Canto rodado	0.100	0.694	0.408
R²		0.729		
AIC		143.702		

Tabla XII. Resultado del MGL para machos subadultos de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*).

Variable		Coefficiente	Estadístico F	p
Ubicación	Oeste	0.290	14.672	0.000
Características	Brisa	-0.118	2.427	0.124
	Pozas	0.316	24.009	0.000
Sustrato	Rocoso	-0.307	19.963	0.000
R²		0.617		
AIC		113.911		

Tabla XIII. Resultado del MGL para hembras de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*).

Variable		Coefficiente	Estadístico F	p
Orientación	Noreste	0.359	0.032	0.858
	Sureste	0.309	0.065	0.799
Ubicación	Sur	-0.346	0.009	0.925
	Oeste	0.379	0.582	0.448
	Este	-0.258	0.263	0.610
Características	Playas inundadas	-0.279	1.367	0.247
	Pozas	0.397	0.369	0.546
Sustrato	Rocoso	-0.450	0.705	0.404
R²		0.725		
AIC		157.093		

Tabla XIV. Resultado del MGL para juveniles de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*).

Variable		Coefficiente	Estadístico F	p
Orientación	Noreste	0.359	0.032	0.858
	Sureste	0.309	0.065	0.799
Ubicación	Sur	-0.346	0.009	0.925
	Oeste	0.379	0.582	0.448
	Este	-0.258	0.263	0.610
Características	Playas inundadas	-0.279	1.367	0.247
	Pozas	0.397	0.369	0.546
Sustrato	Rocoso	-0.450	0.705	0.404
R²		0.725		
AIC		157.093		

Tabla XV. Resultado del MGL para crías de lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*).

Variable		Coefficiente	Estadístico F	p
Orientación	Noroeste	-0.001	0.000	0.995
	Suroeste	-0.016	0.016	0.900
Ubicación	Norte	-0.013	0.010	0.919
	Oeste	0.077	0.361	0.550
Características	Pendiente a la playa	-0.018	0.020	0.889
	Playas inundadas	0.038	0.088	0.767
	Sombra	-0.001	0.000	0.991
	Pozas	0.100	0.611	0.437
Sustrato	Rocoso	0.087	0.470	0.495
R²		0.316		
AIC		74.935		

Tabla XVII. Tipos de hábitat descritos con base en el MGL para las Islas San Benito.

Tipo de hábitat	No. de sitios por hábitat (nr)	Exposición al Norte	Pendiente	Brisa	Pozas	Sustrato
1	1	si	<10°	sin	sin	mixto
2	1	si	<10°	con	con	mixto
3	1	si	>10°	sin	con	rocoso
4	2	no	>10°	con	con	mixto
5	7	si	>10°	con	con	rocoso
6	8	si	>10°	con	sin	rocoso
7	3	si	<10°	con	sin	mixto
8	3	no	>10°	sin	sin	rocoso
9	1	si	>10°	con	sin	canto
10	4	no	<10°	con	sin	rocoso
11	3	no	>10°	con	con	rocoso
12	9	no	<10°	con	con	rocoso
13	2	si	<10°	con	sin	canto
14	9	no	>10°	con	sin	rocoso
15	2	no	<10°	sin	sin	mixto
16	1	no	<10°	sin	sin	canto
17	2	no	>10°	con	sin	mixto
18	1	no	<10°	con	con	canto
19	4	no	<10°	con	sin	mixto
20	1	si	>10°	con	con	mixto
21	1	si	<10°	con	sin	rocoso
22	1	si	>10°	sin	sin	rocoso
23	1	si	<10°	con	con	rocoso
24	1	si	<10°	con	con	canto

V.3. Uso y preferencia de hábitat por especie

En general, considerando todas las categorías de edad de *Z. californianus* fue menos selectivo que *A. townsendi* (figuras 6 y 7). El primero se observó en 19 de los 24 tipos de hábitat descritos (79%) y el segundo se observó en 12 de los 24 (50%).

La categoría de edad de *Z. californianus* que mostró menor selección fueron los machos, ya que se observaron en el 79% hábitats descritos. Las hembras y las crías se observaron en el 62% de los hábitats disponibles. Las categorías que mostraron uso más selectivo fueron los machos subadultos y los juveniles, ambos presentes en 58% de los tipos de hábitat (Fig. 8). Todas las categorías de *A. townsendi*, excepto las crías, se observaron en el 45% - 50% de los hábitats descritos; las crías se observaron únicamente en 17% de los tipos de hábitat (Fig. 9).

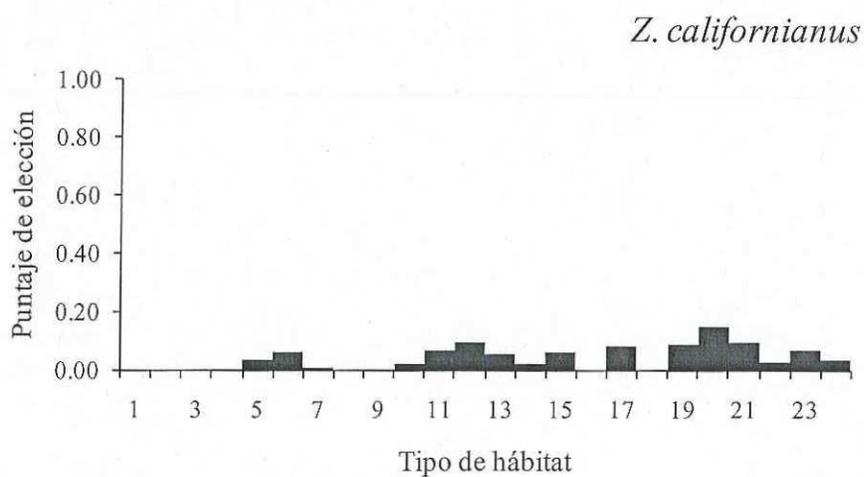


Figura. 6 Valores del puntaje de elección para el lobo marino de California (*Zalophus californianus*) en los 24 hábitats descritos para las Islas San Benito

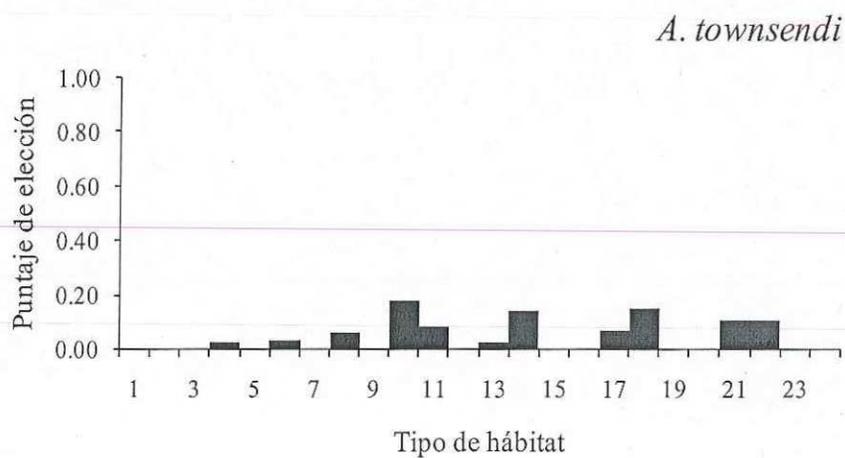


Figura. 7 Valores del puntaje de elección para el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) en los 24 hábitats descritos para las Islas San Benito.

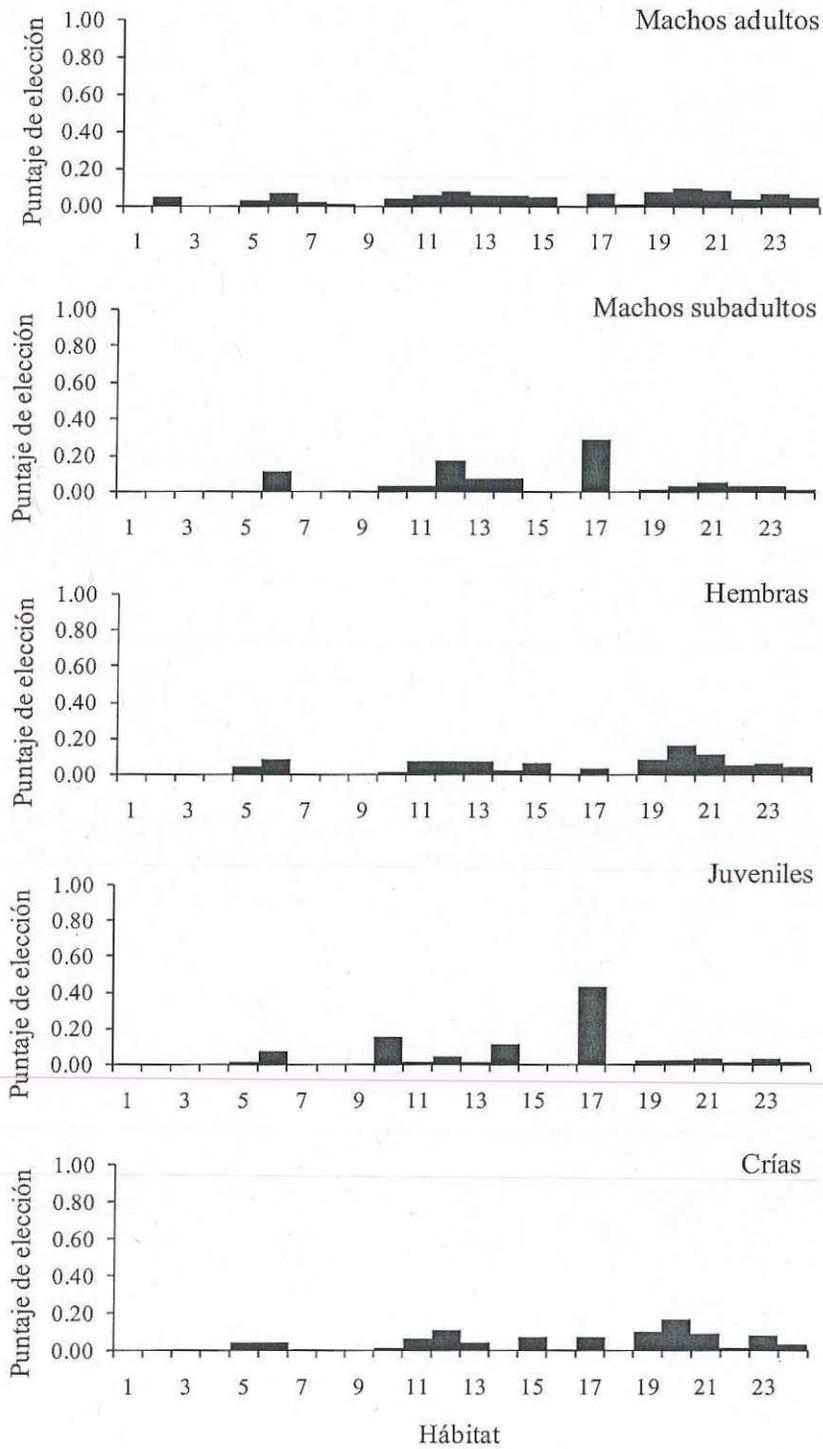


Figura 8. Valores del puntaje de elección para el lobo marino de California (*Zalophus californianus*) para cada categoría de edad.

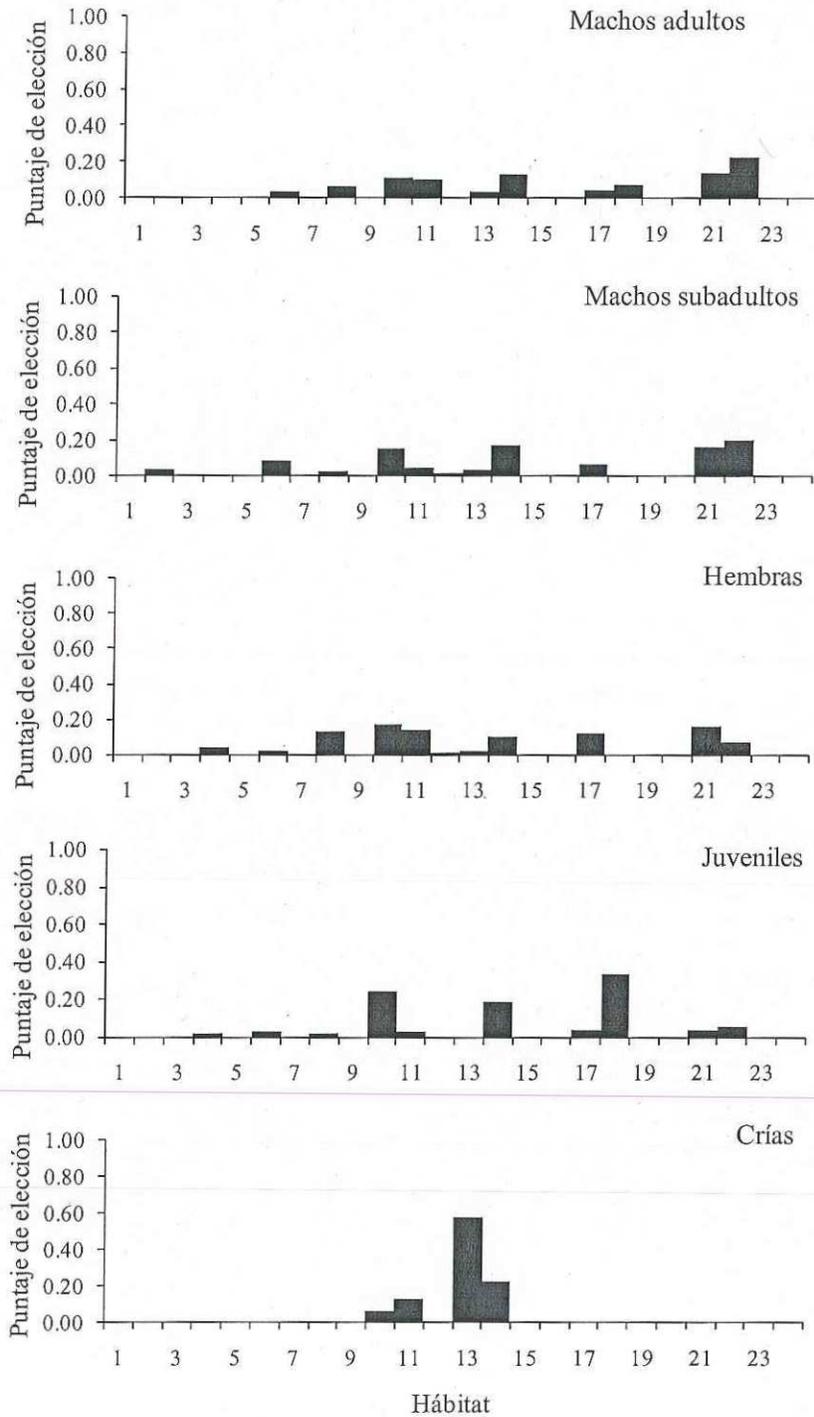


Figura 9. Valores del puntaje de elección para el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) para cada categoría de edad en las Islas San Benito.

Ninguna de las categorías de edad del *Z. californianus* ni de *A. townsendi* se encontraron evidencias que reflejaran la preferencia por algún tipo de hábitat en particular y la hipótesis nula de distribución homogénea no fue rechazada en ningún caso (Tablas XVIII y XX).

Tabla XVIII. Valores del índice de disimilitud de Bray-Curtis del lobo marino de California (*Zalophus californianus*) de cada categoría de edad, psuedo-valores promedio del DBC y valor de significancia, *p*.

<i>Zalophus californianus</i>	Categoría de edad	Índice de Bray-Curtis (DBC)	Pseudovalores De DBC	<i>p</i>
	Machos adultos	0.21	0.40	0.99
	Machos subadultos	0.44	0.63	0.99
	Hembras	0.34	0.44	0.99
	Juveniles	0.47	0.65	0.99
	Crías	0.36	0.46	0.99
	TOTAL	0.32	0.42	0.99

Tabla XIX Valores del índice de disimilitud de Bray-Curtis para el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) de cada categoría de edad, psuedo-valores promedio del DBC y el valor de significancia, *p*.

<i>Arctocephalus townsendi</i>	Categoría de edad	Índice de Bray-Curtis (DBC)	Pseudovalores de DBC	<i>p</i>
	Macho adultos	0.50	0.67	0.995
	Macho subadultos	0.52	0.69	1.000
	Hembras	0.55	0.66	0.981
	Juveniles	0.62	0.69	0.995
	Crías	0.74	0.84	0.991
	TOTAL	0.53	0.65	0.989

V.4. Comparación del uso de recursos entre las especies

Los valores de la distancia de Bray-Curtis fueron altos para todas las categorías de edad y sexo (> 0.50) (Fig. 10) y en todos los casos se rechazó la hipótesis nula de uso semejante de los 24 hábitats disponibles (Tabla XVIII).

Tabla XX. Valores de la distancia de Bray-Curtis entre el lobo marino de California y el lobo fino de Guadalupe (*Zalophus californianus* y *Arctocephalus townsendi*), pseudo-valores promedio y valor de la significancia, p .

Categoría de edad	Distancia de Bray-Curtis $d(t,t')$	Pseudovalores de $d(t,t')$	p
Machos	0.58	0.34	0.002
Machos subadultos	0.56	0.33	0.001
Hembras	0.63	0.33	0.000
Juveniles	0.59	0.37	0.001
Crías	0.85	0.33	0.000

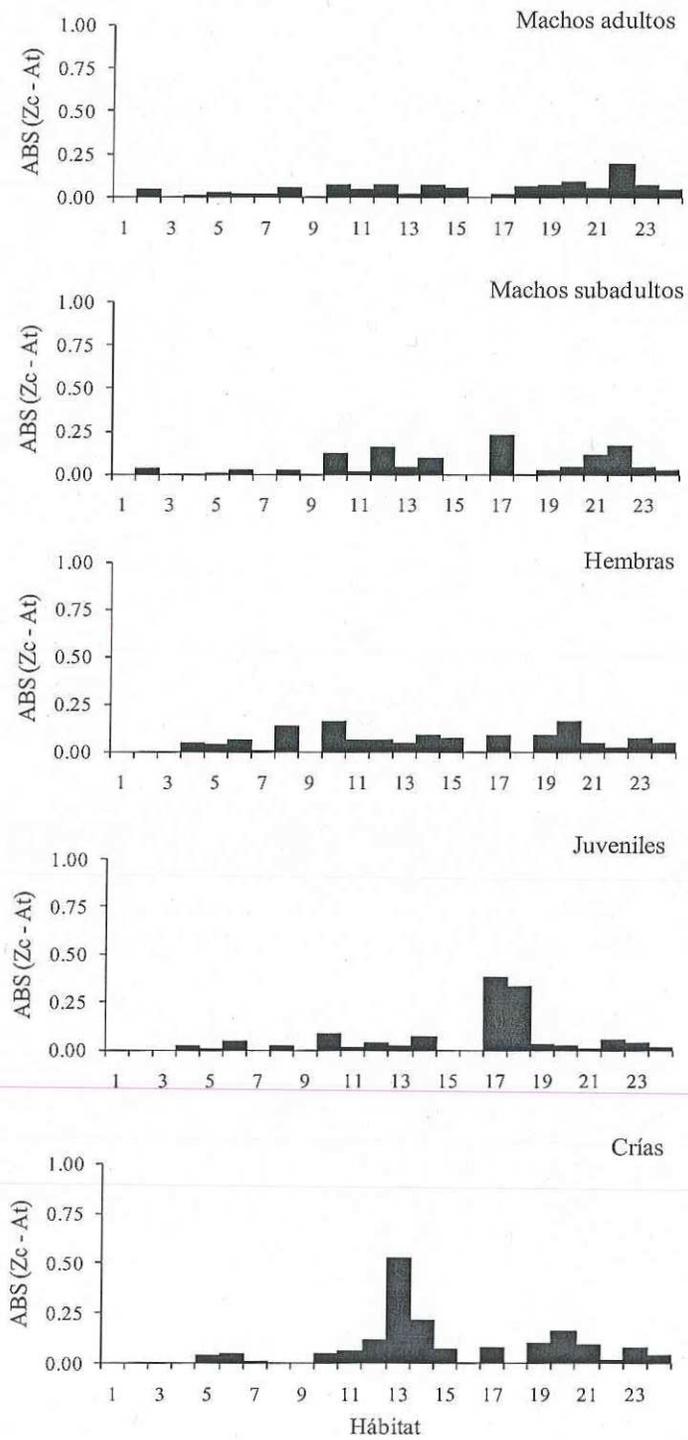


Figura 10. Comparación del uso entre las dos especies de otáridos en cada tipo de hábitat descrito.

VI. DISCUSIÓN

En esta investigación se analizó el traslapo y uso del hábitat terrestre durante la temporada de reproducción en las Islas San Benito entre las dos especies de otáridos, el lobo marino de California (*Zalophus californianus*) y el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*), para lo cual se calcularon sus abundancias y se evaluaron sus preferencias de hábitat. Los resultados mostraron que *Z. californianus* es más abundante que *A. townsendi* y que a pesar de las similitudes entre estas dos especies (como la temporalidad reproductiva, el sistema de apareamiento y la estrategia de crianza), el uso de los sitios fue diferencial, lo que sugiere que no existe competencia interespecífica en estas islas.

La producción de crías de *Z. californianus* en las Islas San Benito se ha mantenido constante desde 1979 hasta 2008 (Le Boeuf *et al.*, 1983; Lowry y Maravilla, 2005; presente trabajo), excepto en los años en los que se ha presentado el fenómeno de El Niño (1992 y 1998) (Keiper, *et al.*, 2005). El tamaño de la colonia se estimó en 19,072 individuos. La distribución de *Z. californianus* observada en este trabajo concuerda con lo reportado por otros autores (Hernández y Aurióles, 2000; Lowry y Maravilla, 2005), siendo la isla del Centro donde se concentró la mayor abundancia (60% de la población), seguida por la isla del Este (25%) y finalmente la isla del Oeste (15%); sin embargo, las crías fueron la categoría más abundante registrada durante los conteos (*ca.* >50%). El período perinatal de esta especie dura aproximadamente 7 días (Heath, 1989; García y Aurióles, 2003) y una vez transcurrido este tiempo, las hembras alternan períodos de atención a sus crías en tierra con viajes de alimentación en el mar, estrategia del ciclo alimentario (Campagna y Le Boeuf, 1988; Boness y Bowen, 1996). El trabajo de campo se realizó hacia el final de la temporada de reproducción, por lo que es posible que una gran proporción de hembras se encontrara fuera de la colonia.

A. townsendi se estableció en las Islas San Benito hace poco más de una década (Maravilla y Lowry, 1999) y desde entonces se ha visto un incremento constante en el número de animales (Hernández y Aurióles, 2000; Camacho, 2004; Esperón, 2009; presente trabajo). El tamaño de la colonia para el verano del 2008 se estimó en 3,400 individuos. La isla del Este fue la primera que *A. townsendi* recolonizó (Maravilla y Lowry, 1999), pero Esperón (2009) registró la presencia de algunos individuos en la isla del Oeste durante el verano de 2007. A diferencia de *Z. californianus*, en los conteos realizados en este trabajo se observó la mayor proporción de *A. townsendi* en la isla del Oeste (67%), seguida por la isla del Este (31%); en la isla del Centro el número de animales fue despreciable (<0.25%). A pesar de que la colonia se encuentra en crecimiento, la proporción de crías observada fue extremadamente baja (<1.5%), mientras que la proporción de juveniles (30%) fue considerablemente superior a lo reportado para la isla de Guadalupe (9%) (Gallo, 1994). Estos dos hechos sugieren que la colonia de las Islas San Benito es aún una colonia joven, sin estructura estable de clases, y que el crecimiento observado desde su establecimiento hasta la fecha se debe básicamente a la inmigración de animales jóvenes procedentes de la isla Guadalupe.

El conocimiento de los hábitats usados por un animal es necesario para entender la ecología de la especie. Los animales seleccionan hábitats para satisfacer sus requerimientos energéticos, adquirir recursos necesarios para la reproducción y supervivencia, y para cubrir sus necesidades termorregulatorias (Chamberlain *et al.*, 2002). El análisis del uso y la selección de hábitat en los pinnípedos durante la temporada reproductiva permite identificar sus requerimientos y las estrategias conductuales que emplean para satisfacer sus necesidades (Greene y Stamps, 2001; Freitas, 2008; Manly *et al.*, 2002; Fryxell *et al.*, 2005).

Diferentes métodos se han empleado para identificar las características físicas de las playas que determinan la preferencia de hábitat en varias especies de pinnípedos. Por ejemplo, Stevens y Boness (2003) usaron un análisis de discriminantes para analizar las preferencias de *Arctocephalus australis* en varios sitios de Perú y sugieren como método alternativo los

árboles de regresión; González-Suárez y Gerber (2008) aplicaron la regresión logística para evaluar las preferencias de *Zalophus californianus* en el Golfo de California, y Wolf *et al.* (2005) y Wolf y Trillmich (2007) usaron un modelo general lineal con *Z. wollebaeki* en las islas Galápagos. El método utilizado en este trabajo fue el modelo general lineal. Con este modelo se analizó el efecto de cada una de las características de las playas sobre la presencia de los animales.

Las variables seleccionadas (playas expuestas, pendiente, la presencia de brisa y de pozas de marea, y el tipo de sustrato) se relacionan con las necesidades de termorregulación. Los otáridos usan zonas terrestres para la reproducción y el descanso, pero se alimentan en el mar (Crawley y Wilson, 1976), es decir, realizan sus actividades vitales en medios diferentes de temperatura y propiedades conductivas (Gentry, 1973). Están adaptados a las bajas temperaturas en el mar, pero estas mismas adaptaciones pueden representar un problema para la termorregulación en tierra (Limberger *et al.*, 1986). Las especies de otáridos de zonas templadas, como *Z. californianus* y *A. townsendi*, presentan períodos prolongados de lactancia (entre 8 y 12 meses) (Gentry *et al.*, 1986). Las crías permanecen restringidas en tierra por largo tiempo, lo que las hace la categoría de edad más vulnerable al estrés térmico (Limberger *et al.*, 1986; Trites y Antonelis, 1994), por lo que requieren un ambiente terrestre apropiado que permita el uso de mecanismos conductuales para la termorregulación (Odell, 1974). Con el fin de mantener el equilibrio térmico, los animales deben seleccionar su hábitat preferencial en un entorno en donde se mantengan dentro de una zona neutral térmica, lejos de los límites letales (Trites, 1990). Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con lo reportado por otros autores. Estudios hechos con algunas especies de pinnípedos en diferentes hábitats han mostrado la preferencia por ciertas características físicas de las playas asociadas con la termorregulación, como lo son las pozas de marea, las zonas sombreadas, brisa y el sustrato rocoso (Gentry, 1973; Stevens y Boness, 2003; Wolf *et al.*, 2005; Ban y Trites, 2007; González-Suárez y Gerber, 2008). En particular para *Zalophus californianus* ya se había reportado que sus zonas de reproducción se encontraban en playas arenosas y plataforma rocosa (Peterson y Bartholomew, 1967; Odell, 1975; Heath y Francis 1983).

Con base en las variables físicas de las playas se caracterizaron 24 tipos de hábitat disponibles en las islas San Benito. No se encontró evidencia, para ninguna categoría de edad y sexo de ninguna especie, sobre la existencia de preferencias por algún tipo de hábitat en particular. Estos resultados pudieron deberse en parte a que la preferencia de hábitat se analizó considerando únicamente su disponibilidad y la importancia relativa de cada hábitat se infirió con base exclusivamente en el uso (Manly, 1974; Manly *et al.*, 1993). Por lo tanto, conclusiones sobre la falta de preferencias podrían ser precipitadas ya que la escala con la cual se definieron los tipos de hábitat a lo largo de la línea de costa es desconocida (Chamberlain *et al.*, 2002).

Aún cuando no se detectaron preferencias específicas, el uso de los hábitats fue diferente entre las dos especies. La razón de este uso diferencial podría estar relacionada tanto con la abundancia de cada especie como con el estado de madurez de las colonias. *Z. californianus* fue más abundante (ca. 19,000 individuos) que *A. townsendi* (ca. 3,500 individuos); además, la colonia de *Z. californianus* es una colonia madura que se encuentra estable desde hace al menos tres décadas (Lowry y Maravilla, 2005; presente trabajo), mientras que *A. townsendi* es una colonia reciente (10 años) en la que la reproducción es aún incipiente y el incremento en el número de animales se debe básicamente a la inmigración (Esperón, 2009; presente trabajo).

Durante la temporada de reproducción, *Z. californianus* presenta un sistema de lek moderado con el establecimiento de territorios (proporción sexual en adultos 1:10 en los grupos reproductivos) (Peterson y Bartholomew, 1967; Jouventin y Cornet, 1980; Heath y Francis, 1983). Con base en la distribución, *Z. californianus* parece ser una especie más generalista en cuanto a la variedad de hábitats que ocupó (79% de los 24) y el uso homogéneo podría deberse en parte a que los territorios de alta calidad ya han sido ocupados, por lo que algunos animales podrían verse obligados a ocupar áreas de menor calidad (Fretwell y Lucas, 1970), abarcando todos los sitios disponibles. A pesar de no haberse encontrado evidencia estadística sobre las preferencias de hábitat, se pudo observar cierta segregación entre las diferentes categorías de edad y sexo de *Z. californianus*. Las

zonas de reproducción (denotadas por la presencia de hembras y crías) se diferenciaron claramente de las zonas de solteros (ocupadas por machos subadultos y animales jóvenes). Este tipo de patrones de ocupación de hábitat se ha reportado previamente (Heath y Francis, 1983; Wolf *et al.*, 2005).

El sistema de apareamiento de *A. townsendi* es similar al observado en el lobo marino: lek moderado con proporción sexual 1:8 (Jouventin y Cornet, 1980; Gallo, 1994). La recolonización de las Islas San Benito por esta especie es muy reciente y la falta de preferencias podría deberse a que la mayor cantidad de animales son jóvenes que se han dispersado tratando de maximizar su éxito reproductivo. Al ser animales jóvenes, las jerarquías sociales podrían no estar bien definidas, ocasionando una mayor dispersión y favoreciendo la distribución no restringida (Cahan *et al.*, 2003). En comparación con *Z. californianus*, esta especie parece ser menos generalista (se observó en el 50% de los hábitats). Este comportamiento podría estar relacionado con las características físicas de los sitios, que determinan la expansión o fragmentación de una colonia (Boyd y Campbell, 1971; Anderson *et al.*, 1975). Sin embargo, el uso relativo de los tipos de hábitats no indica necesariamente la calidad del mismo (Van Horne, 1983; Hobbs y Hanley, 1990). En los análisis obtenidos ambas especies tienen una mayor densidad en el hábitat con un sitio disponible, mientras que los hábitats con más de un sitio disponible tienen densidades menores o no están usados por las especies. Se sugiere que estos sitios quizás sean los de mayor calidad y se han dispersado a otros hábitats por falta de espacio, en donde encontraron algunas de las características de su preferencia y en donde les fue posible establecer sus sitios reproductivos o sus zonas de solteros.

En las especies simpátricas puede presentarse la interferencia (Sutherland, 1996b; May *et al.*, 2008), que es forzada por el traslapo en el uso de algún recurso (por ejemplo, alimento o uso de zonas de reproducción) y suele ser asimétrica, con efectos negativos en la dinámica poblacional del competidor subordinado (Creel *et al.*, 2001; Heithaus, 2001). Como resultado, la interferencia puede conducir a la diferenciación de hábitat por exclusión competitiva (Buskirk, 1999). Los resultados obtenidos mostraron el uso diferencial de los

hábitats entre las dos especies de otáridos de las Islas San Benito. La primera isla recolonizada por *A. townsendi* fue la isla del Este, pero en la actualidad es la isla del Oeste la que alberga a la mayor cantidad de animales; por otra parte, *Z. californianus* es abundante en la isla del Centro y solo una pequeña fracción de animales se encuentra en la isla del Oeste. La ocupación de la isla del Oeste por parte de *A. townsendi* es reciente (menos de 3 años) y se ha concentrado en la región sur de la isla, una zona que históricamente no era usada por los lobos marinos (García Aguilar, com. pers.). La distribución de los lobos finos en la isla del Oeste podría explicarse por dos razones: 1) ocuparon esta área porque era el espacio disponible; es decir, hubo un proceso de interferencia que ocasionó una exclusión por competencia, y/o 2) porque reunía las características físicas propicias para el establecimiento de grupos de *A. townsendi* (plataforma rocosa amplia con abundantes pozas de marea y rocas de desprendimiento).

VII. CONCLUSIONES

1. Con base en la estimación del tamaño de las colonias y su estructura por categorías de edad y sexo, se puede concluir que la colonia de *Zalophus californianus* se encuentra estable en el archipiélago San Benito, mientras que la de *Arctocephalus townsendi* está aún en una fase de crecimiento por inmigración de animales jóvenes procedentes de Isla Guadalupe.
2. La distribución en las islas San Benito fue diferente, siendo la isla del Centro donde se concentró la mayor abundancia para *Z. californianus*. *A. townsendi* fue abundante en la porción sur de la isla del Oeste. Este patrón de ocupación de *A. townsendi* podría deberse a un posible proceso de interferencia que ocasionó una exclusión por competencia, y/o porque reunía las características físicas propicias para el establecimiento de grupos de lobos finos.
3. Las características que más influyeron en los hábitats reproductivos de *Z. californianus* fueron las pozas, sustrato mixto y rocoso, y brisa. Para *A. townsendi* se encontró que sus hábitats reproductivos se encontraban en zonas rocosas con pendientes pronunciadas, brisa y pozas. Estas características son importantes, ya que se han encontrado relacionadas al comportamiento de termorregulación para otras especies de pinnípedos.
4. *Z. californianus* parece ser una especie más generalista en cuanto a la variedad de hábitats que ocupó y el uso homogéneo podría deberse a que los territorios de alta calidad ya han sido ocupados, por lo que algunos animales podrían verse obligados a ocupar áreas de menor calidad, abarcando todos los sitios disponibles.
5. En comparación, *A. townsendi* parece ser menos generalista. Este comportamiento podría estar relacionado con las características físicas de los sitios, que determinan la expansión o fragmentación de una colonia. Por otra parte, la falta de preferencias podrían estar

relacionada con la ausencia de una estructura social definida, promoviendo una mayor dispersión y favoreciendo la distribución no restringida.

6. Aún cuando el análisis no detectó preferencias específicas, el uso de los hábitats fue diferente entre las dos especies. La razón de este uso diferencial podría estar relacionada a la abundancia de ambas especies en las islas.

7. A pesar que ambas especies tienen la misma estrategia reproductiva y de crianza, no se encontró evidencia de que exista traslapo de hábitat terrestre. Esta observación relacionada a los resultados presentados por Camacho (2004) sobre la diferencia en la dieta, hacen suponer que la presencia de *Zalophus californianus* en las islas San Benito no interfiere con el crecimiento de la colonia de *Arctocephalus townsendi*.

VIII. LITERATURA CITADA

- Anderson, S. S., R. W. Burton y C. F. Summers. 1975. Behaviour of grey seals *Halichoerus grypus* during a breeding season at North Rona. *J. Zool. Lond.* 177: 175-195.
- Antonelis, G. y C. Fiscus. 1980. The Pinnipeds of the California Current. *CalCOFI Rep.* 21:68-78
- Aurioles-Gamboa, D. 1993. Biodiversidad y estado actual de los mamíferos marinos en México. *Revista Social Mexicana de Historia Natural. Volumen especial* 44:397-412.
- Arnold S. J. 1994. Is there a unifying concept of sexual selection that applies to both plants and animals? *American Naturalist.* 144:S1-S12.
- Arthur S.M., B.F.J. Manly, L.L. McDonald y G.W. Garner. 1996. Assessing habitat selection when availability changes. *Ecology.* 77:215-227.
- Ban, S. y A. W. Trites. 2007. Quantification of terrestrial haul-out and rookery characteristics of Steller Sea Lions. *Marine Mammal Science.* 23: 496-507.
- Bartholomew, G.A. 1950. A male Guadalupe Fur Seal on San Nicolas Island, California. *Journal of Mammalogy.* 31: 175-180.
- Bartholomew, G.A. 1967. Seal and sea lion populations of the California Islands. En: Philbrick R.N. (ed.), *Proceedings of the Symposium on the Biology of the California Islands.* Santa Barbara Botanic Garden, Santa Barbara, CA. 229-244p.
- Boness, D. J. y W.D. Bowen. 1996. The evolution of maternal care in pinnipeds. *BioScience.* 46, 645-654.

- Bonnell M. L. y R.G. Ford. 1987. California Sea Lion distribution: A statistical analysis of aerial transect data. *The Journal of Wildlife Management*. 51 : 13-20.
- Bonner, W.G. 1984. Lactation strategies in pinnipeds: problems for a marine mammal group. Symposium of the Zoology Society of London No. 51. Claredon Press, Oxford. 253-272 p.
- Boveng, P. 1988. Status of the California Sea Lion population on the U.S. west coast. Admin. Rep. LJ-88-07. Southwest Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Service, La Jolla, CA. 43 pp.
- Bowen, W.D. 1991. Behavioral ecology of pinnipeds neonates. In: D. Renouf (ed.), *The Behavior of Pinnipeds*. Cambridge University Press, New York. 66-127 p.
- Boyd I.L. y T.S. McCann. 1989. Pre-natal investment in reproduction by female Antarctic fur seals. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 24:377-385.
- Boyd, J. M. y R. N. Campbell. 1971. The grey seal *Halichoerus grypus* at North Rona, 1959 to 1968. *J. Zool. Lond.* 164: 469-512.
- Buskirk, S. W. 1999. Mesocarnivores of Yellowstone. In: T. W. Clark, A. P. Curlee, S. C. Minta y P. M. Kareiva (eds.). *Carnivores ecosystems: the Yellowstone experience*. Yale University Press, New Haven, CT. pp: 167-187.
- Cahan, S. H., D. T. Blumstein, L. Sundstrom, J. Liebig y A. Griffin. 2003. Social trajectories and the evolution of social behavior. *Oikos* 96: 206-216 p.
- Campagna C. y B.J. Le Boeuf. 1988. Reproductive behaviour of Southern Sea Lions. *Behaviour*. 104(3/4): 233-261.

- Camacho R. F. 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. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, CICIMAR. 94p
- Carey, A.B., S.P. Horton y B.L. Biswell. 1992. Northern Spotted owls: influence of prey base and landscape character. *Ecological monographs*. 62:223-250.
- Cass, V.L. 1985. Exploitation of California sea lions, *Zalophus californianus*, prior to 1972. *Marine Fisheries Review*. 47:36-38.
- Cassini, M.H. 1999. The evolution of reproductive systems in pinnipeds. *Behavioral Ecology*. 10: 612-616.
- Chamberlain, M. J., L. M. Conner y B. D. Leopold. 2002. Seasonal habitat selection by raccoons (*Procyon lotor*) in intensively managed of pine forest of Central Mississippi. *Am. Midl. Nat.* 147: 102-108.
- Clutton-Brock, T. H. 1991. *The Evolution of Parental Care*. Princeton University Press, Princeton. 368 pp.
- Crawley, M. C. y G. J. Wilson. 1976. The natural history and behaviour of the New Zealand fur seal (*Arctocephalus forsteri*). *Tuatara* 22: 1-29.
- Creel, S., G. Spong y N. Creel. 2001. Interspecific competition and the population biology of extinction-prone carnivores. En: J. L. Gittleman, S. M. Funk, D. W. Macdonald y R. K. Wayne (eds.). *Carnivore conservation*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. Pp : 35-60.
- Dobson, A. J. 2002. *An introduction to generalized linear models*. 2da. ed. Chapman & Hall/CRC. 225p.

- Dolgoff A. 1998. Physical Geology. Houghton-Mifflin Company. Boston, New York. 638p.
- Emlen, S.T. y L.W. Oring. 1977. Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. *Science*. 197: 215-222.
- Esperón, M. 2009. Estado actual del lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi* Merriam 1897) en el Archipiélago de San Benito, Baja California: tamaño de la población, biología reproductiva y alimentación. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México, D.F. 62 pp.
- Fleisher, L.A. 1978. The distribution, abundance and population characteristics of the Guadalupe Fur Seal, *Arctocephalus townsendi* (Merriam, 1897). Ph. D. Thesis, University of Washington, Seattle. 93 pp.
- Freitas, C. 2008. Habitat selection by arctic pinnipeds: patterns, tactics and predictions in a dynamic environment. Ph. D. Thesis, University of Tromso. 24p.
- Fryxell J.M., J. F. Wilmschurst, A.R.E. Sinclair, D. T. Haydon, R.D. Holt y P.A. Abrams. 2005. Landscape scale, heterogeneity, and the viability of Serengeti grazers. *Ecol Lett* 8:328–335.
- Fretwell S.D. y H.L. Lucas. 1970. On territorial behavior and other factors influencing habitat distribution in birds. I. Theoretical development. *Acta Biotheoretica*. 19:16-36.
- Gallo, 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, 199 p.
- Gallo-R.J.P., B.J. Le Boeuf, A.L. Figueroa y M.O. Maravilla-Chávez. 2003. Los pinnípedos de Isla Guadalupe. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT.

- García, M. C. y D. Auriolos. 2003. Cuidado materno del lobo marino de California en Los Islotes, Golfo de California. *Ciencias Marinas* 29: 23-36.
- Gentry, R. L. 1973. Thermoregulatory behavior of eared seals. *Behaviour* 46: 73-93.
- Gentry, R. L., D. P. Costa, J. P. Croxall, J. H. M. David, R. W. Davis, G. L. Kooyman, P. Majluf, T. S. Mccann y F. Trillmich. 1986. Synthesis and conclusions. In: R. L. Gentry y G. L. Kooyman (eds.). *Fur seals: maternal strategies on land and at sea*. Princeton University Press, Princeton, N. J. pp: 220-278.
- González-Suárez, M. y L. R. Gerber. 2008. Habitat preference of California Sea lions: implications for conservation. *Journal of Mammalogy*. 89:1521-1528.
- Greene C.M. y J.A. Stamps. 2001. Hábitat selection at low population densities. *Ecology*. 82:2091-2100.
- Hamilton, A. 1951. Is the Guadalupe Fur Seal returning? *Natural History* 60:90-96.
- Heath, C. 1989. The behavioral ecology of the California sea lion, *Zalophus californianus*. Ph.D. Thesis, University of California Santa Cruz. 255 pp.
- Heath, C. y J. Francis. 1983. California sea lion population dynamics and feeding ecology, with application for management. Results of 1981-1982 research on Santa Barbara and San Nicolas Islands. Admin. Rep. LJ-83-04C. Southwest Fisheries Center.
- Heithaus, M. R. 2001. Habitat selection by predators and preys in communities with asymmetrical intraguild predation. *Oikos* 92: 542-554.
- Hernández C.C. y D. Auriolos G. 2000. Estudios sobre el estado de las poblaciones de pinnípedos de las Islas San Benitos y Cedros, Baja California. Informe final de investigación, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional.

- Hilborn R. y M. Mangel. 1997. The ecological detective. Monographs in population biology. Princeton. 315p.
- Hobbs, N.T. y T.A. Hanley. 1990. Habitat evaluation: do use/availability data reflect carrying capacity? *Journal of Wildlife Management*. 54:515-522.
- Hubbs, C.L. 1956. Back from oblivion. Guadalupe Fur Seal: still a living species. *Pacific Discovery*. 9:14-51.
- Johnson, D.H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*. 61:65-71.
- Jouventin, P. y A. Cornet. 1980. The sociobiology of pinnipeds. *Advances in Study of Behavior* 2: 121-141.
- Junak, S. A. y R. Philbrick. 1997. Flowering plants of the San Benito islands, Baja California, Mexico. Second Annual Baja California Botanical Symposium, San Diego Natural History Museum, Agosto 14-16, 1997, San Diego, Cal. 18-25 p.
- Keiper C.A., D.G. Ainley, S.G. Allen y J. T. Harvey. 2005. Marine mammal occurrence and ocean climate off central California, 1986 and 1997 to 1999. *Marine Ecology Progress. Series*. 289:285-306
- Kennett D., A. Anderson y B. Winterhalder. 2006. The ideal free distribution, food production, and the colonization of Oceania. En: Kenett D. y Winterhalder (eds.). *Behavioral Ecology and the Transition to Agriculture*. University of California Press.
- King, J. 1983. *Seals of the World*. Cornell University Press, Oxford. 154 pp.
- Le Boeuf, B. J. y L. M. Bonnell. 1980. Pinnipeds of the California Islands: Abundance and Distribution. In *The California Islands: Proceedings of a Multidisciplinary*

Symposium. Ed. Power, D. M. 475-493. Santa Barbara Museum of Natural History. California.

Le Bouef, B. J., Auriolles, D., Condit, R., Fox, C., Gisiner, R., Romero, R. y F. Sinsel. 1983. Size and distribution of the California Sea Lion population in Mexico. Proceedings of the California Academy of Sciences. 43: 77-85.

Limberger, D., F. Trillmich, H. Biebach y R. D. Stevenson. 1986. Temperature regulation and microhabitat choice by free-ranging Galapagos fur seal pups (*Arctocephalus galapagoensis*). *Oecologia* 69: 53-59.

Llunch, B. D. 1969. El lobo marino de California, *Zalophus californianus* (Lesson, 1828) Allen 1880 observaciones sobre su ecología y explotación. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México D.F. 69 pp.

Lowry, M. S. y Maravilla-Chávez, O. 2005. Recent abundance of California Sea lions in Western Baja California, Mexico and the United States. En: Garcelon, D. K. Schwenn C.A. (eds). Proceedings of the 6th California Islands Symposium. National Park Service Technical Publication CHIS-05-01. Institute for Wildlife Studies. Arcata. 485-498p.

Lunn, N. J., Boyd, I.L., Barton, T., y Croxall, J.P. 1993. Factors affecting the growth and mass at weaning of Antarctic Fur seals at Bird Island, South Georgia. *Journal of Mammalogy*, 74: 908-919.

Manly B. F. T. 1974. A model for certain types of selection experiments. *Biometrics*. 30 : 281-294.

Manly B.F.T., L. McDonald y D.L. Thomas. 1993. *Resource Selection by Animals: Statistical design and analysis for field studies*. Chapman y Hall. London. 221pp.

- Manly B. F. T. 2002. Estimating a resource selection function with line transect sampling. *Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences*. 6: 213-228 p
- Maravilla-Chávez, O. y M. Lowry. 1999. Incipient breeding colony of Guadalupe Fur seals at Isla San Benito del Este, Baja California, México. *Marine Mammals Science* 15: 239-241.
- May, R., J. van Dijk, P. Wabakken, J. E. Swenson, J. D. C. Linnell, B. Zimmermman, J. Odden, H. C. Pedersen, R. Andersen y A. Landa. 2008. Habitat differentiation within the large-carnivore community of Norway's multiple-use landscapes. *J. Appl. Ecol.* 45: 1382-1391.
- McMahon C.R., H.R. Burton y M.N. Bester. 2000. Weaning mass and the future survival of juvenile Southern Elephant seals, *Mirounga leonine*, at Macquarie Island. *Antarctic Science*. 12:149-153.
- Odell, D. L. 1974. Behavioral thermoregulation in the California sea lion. *Behav. Biol.* 10: 231-237.
- Odell, D.K. 1975. Breeding biology of the California Sea Lion, *Zalophus californianus*. *Rapp. Rev. Reun. Cons.int. Explor. Mer.* 169: 374-378.
- Ono, K., Boness, D.J., y Oftedal, O.T. 1987. The effect of a natural environmental disturbance on maternal investment and pup behavior in the California Sea Lion. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 21: 109-118.
- Orr, R. T., Shonewald J. y K. W. Kenyon. 1970. The California Sea Lion: Skull comparison of two populations. *Proceedings of the California Academy of Science*. 37: 381-398.
- Peck J.M. 1986. *A Review of Wildlife Management*. Prentice-Hall. New Jersey. 486p.

- Peterson, R.S. y Bartholomew, G.A. 1967. The natural history and behavior of the California sea lion. American Society of Mammalogy, Special Publication No. 1, 79 pp.
- Peterson R.S., C.L. Hubbs, R.L. Gentry y R.L. DeLong. 1968. The Guadalupe Fur Seal: Habitat, Behavior, Population Size, and Field Identification. Journal of Mammalogy. 49: 665-675.
- Pledger S., S. Geange, J. Hoare y A. Pérez-Matus. 2007. *Resource Selection: Tests and Estimation Using Null Models*. Victoria University of Wellington. 1-22p.
- Reeves, R.R, B.S. Stewart y S. Leatherwood. 1992. *The Sierra Club Handbook of Seals and Sirenians*. Sierra Club Books, San Francisco, CA.
- Reynolds III, J. E, D.K. Odell y S.A. Rommel. 1999. Marine mammals of the world. En: Reynolds III, J. E. y S.A. Rommel (eds.). *Biology of Marine Mammals*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. 578p.
- Riedman M. 1990. *The Pinnipeds: Seals, Sea lions, and Walruses*. University of California Press. 439 pp.
- Rosenzweig M.L. 1981. A theory of habitat selection. Ecology. 62:327-335.
- Sakamoto, Y., M. Ishiguro y G. Kitagawa. 1986. *Akaike information criterion statistics*. D. Reidel Publishing Company. Japan. 290p.
- Samaniego Herrera, A., A. Peralta García y A. Aguirre Muñoz (Eds.). 2007. Vertebrados de las islas del Pacífico de Baja California. Guía de campo. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C. Ensenada, 178 pp.

- Stevens, M.A. y D.J. Boness 2003. Influences of habitat features and human disturbance on use of breeding sites by a declining population of southern fur seals (*Arctocephalus australis*). *Journal of Zoology*, London. 260, 145-152.
- Stirling, I. 1983. The evolution of mating systems in pinnipeds. En: Eisenberg J. F. y D. G. Kleiman (eds). *Advances in the Study of Mammalian Behavior*. American Society of Mammalogists, Shippensburg, PA. 489-527 p.
- Sutherland W.J. 1996a. Predicting the consequences of habitat loss for migratory populations. *Proceedings: Biological Sciences*. 253:1325-1327.
- Sutherland, W. J. 1996b. *From Individual Behaviour to Population Ecology*. Oxford University Press, Oxford. 213 pp.
- Thompson, G. R. y J. Turk. 1991. *Modern Physical Geology*. Saunders College Publishing. U.S.A. 608 pp.
- Townsend, C.H. 1931. The fur seal of the California islands with new descriptive and historical matter. *Zoologica*. 9:442-457.
- Trillmich, F. 1990. The behavioral ecology of maternal effort in fur seals and sea lions. *Behaviour*. 114: 3-20.
- Trites, A.W. 1990. Thermal Budgets and climate spaces: the impact of weather on the survival of Galapagos (*Arctocephalus galapagoensis* Heller) and northern fur seal pups (*Callorhinus ursinus* L.). *Functional ecology*. 4:753-768.
- Trites, A. W. y G. A. Antonelis. 1994. The influence of climatic seasonality on the life cycle of the Pribilof northern fur seal. *Mar. Mamm. Sci*. 10: 311-324.
- Trivers, R. L. 1972. Parental investment and sexual selection. En: B. Campbell (ed.). *Sexual Selection and the Descent of Man, 1871 – 1971*. Aldine, Chicago. 136-179.

- Van Horne B. 1982. Niches of adult and juvenile deer mice (*Peromyscus maniculatus*) in seral stages of coniferous forest. *Ecology*. 63:992-1003.
- Webb, W.L., D.F. Behrend y B. Saisorn. 1977. Effect of logging on songbird populations in a northern hardwood forest. *Wildlife Monographs*. 55:1-35.
- Weber, D.S., B.S. 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.
- Wegeforth, H.M.1928. The Guadalupe fur seal (*Arctocephalus townsendi*). *Zoonoz*. San Diego Zoological Soc. 3(3):4-9.
- Weltz, R.S., D.J. Boness y G.B. Rathbun. 1999. Behavior. En: Reynolds III, J.E. y S.A. Rommel (eds.). *Biology of Marine Mammals*. Smithsonian Institution. 324-422p.
- Winston, E. 1962. *Basic concepts of physical geology*. Crowell. U.S.A. 467p.
- Wolf J.B., G. Kauermann y F. Trillmich. 2005. Males in the shade: habitat use and sexual segregation in the Galápagos sea lion (*Zalophus californianus wollebaeki*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 59:293-302.
- Wolf J.B. y F. Trillmich. 2007. Beyond habitat requirements: individual fine-scale site fidelity in a colony of the Galapagos sea lion (*Zalophus wollebaeki*) creates conditions for social structuring. *Oecologia*. 152:553-567.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall. 4ta. ed. 750p.

ANEXO I

Mapas de la localización de los tipos de hábitat en las Islas San Benito

