



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA COSTERA

**ESTADO ACTUAL DE LA FOCA COMÚN DEL PACÍFICO
ORIENTAL (*Phoca vitulina richardsi*), EN MÉXICO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS**

PRESENTA

DENISE LUBINSKY JINICH

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO. ABRIL 2010

DEDICATORIA

PARA TI BOBE PORQUE A PESAR DE QUE YA NO ESTAS CON NOSOSTROS SIEMPRE FUISTE UN MOTIVO DE ADMIRACIÓN PARA MI Y UN EJEMPLO A SEGUIR, SIEMPRE TE LLEVO EN MI CORAZÓN.

A LAS CHICAS SUPERPODEROSAS Y MOJO POR HACER QUE TODO ESTE EN ORDEN UNA VEZ MAS

A TI AMOR POR ESTAR SIEMPRE EN EL LUGAR CORRECTO Y EN EL MOMENTO PRECISO. TE QUIERO MUCHO ARHG

A USTEDES QUE PUSIERON SU GRANITO DE ARENA PARA QUE ESTE TRABAJO FUERA POSIBLE.

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS
POSGRADO EN OCEANOGRAFIA COSTERA

ESTADO ACTUAL DE LA FOCA COMÚN DEL PACÍFICO ORIENTA (*Phoca
vitulina richardsi*), EN MÉXICO

T E S I S

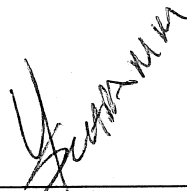
QUE PARA CUBRIR PARCIALMENTE LOS REQUISITOS NECESARIOS
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA

DENISE LUBINSKY JINICH

Aprobada por:



Dra. Yolanda Schramm Urrutia
Director de tesis



Dra. Gisela Heckel Dziendzielewski
Sinodal



Dr. Francisco Correa Sandoval
Sinodal

RESUMEN

La foca común del Pacífico Oriental (*Phoca vitulina richardsi*) se distribuye desde Alaska hasta aproximadamente los 26°N (Bahía Asunción), en Baja California Sur (BCS). En México se encuentra en nueve islas (Coronados, Todos Santos, San Martín, San Jerónimo, San Benito, Cedros, Natividad, San Roque, Asunción) y parte de la costa de la Península de Baja California, sin que exista un registro completo de su distribución. La información sobre la abundancia de esta subespecie en México es escasa y fragmentada, pero se reconoce que es poco abundante, en contraste con el resto de su distribución (300,000 individuos). El objetivo fue estimar la abundancia y determinar la distribución completa en México. En cada estación del año (de otoño 2008 a verano 2009) se visitaron las nueve islas; durante invierno (temporada reproductiva) se incluyó un sobrevuelo de la costa desde Ensenada, Baja California, hasta Bahía Asunción, BCS. Se compararon diferentes plataformas de conteo, como fueron los conteos desde una embarcación (directos-lancha), conteos a partir de fotografías tomadas desde una embarcación (fotografía-lancha), a partir de fotografías desde una avioneta (fotografía-aérea), y desde tierra (conteos-tierra). Se recomienda el uso de los conteos directos-lancha con réplicas, sobre los conteos fotografía-lancha y conteos-tierra, para estudios de foca común en México. Los conteos fotografía-aéreo no tuvieron utilidad comparativa para este trabajo. Sin embargo, todas las colonias en las islas y costa son visibles durante un sobrevuelo por lo que, se sugiere que ésta puede ser la mejor plataforma para censar a esta especie en México. A partir de conteos con réplicas desde lancha durante invierno, y multiplicando por un factor de corrección propuesto por Huber *et al.* 2001 (1.53) sólo aplicable a la temporada reproductiva, se estimó la abundancia absoluta en $6,166 \pm 617$ individuos. Para poder comparar la abundancia entre estaciones se utilizó la ecuación propuesta por Oleskius *et al.* (1990). La mayor abundancia se observó en invierno con 4,494 focas (incluye 935 en la costa), seguida por la primavera con 3,143, verano 1,588 y por último otoño con 547. Las islas con mayor abundancia fueron San Jerónimo, Natividad y San Roque, siendo Natividad

la que presenta menor variación de abundancia poblacional a lo largo del año. Se elaboraron mapas de distribución de las colonias dentro de cada isla, donde la mayoría se encontraron sobre sustratos rocosos y en el lado protegido de la isla, principalmente durante la temporada reproductiva. En primavera, cuando ocurre la muda las colonias se encontraron más separadas alrededor de cada isla. En todas las islas se encontraron crías, y por primera vez se reporta a Isla San Roque, BCS, como colonia reproductiva. De manera descriptiva se identificaron las características de las colonias que pueden representar las mejores condiciones para el establecimiento de una colonia de foca común en México.

Palabras clave: foca común, *Phoca vtulina richardsi*, distribución, abundancia, México.

ABSTRACT

The Western pacific common seal's (*Phoca vitulina richardsi*) distribution area is from Alaska to 26°N latitude (Bahia Asuncion), in southern Baja California peninsula (BCS). In Mexico they are found in 9 islands (Coronados, Todos Santos, San Martín, San Jerónimo, San Benito, Cedros, Natividad, San Roque, Asunción) and some coastal areas of the Baja California peninsula, without any complete record of there distribution. Information on the abundance of this subspecies in Mexico is scares and fragmented, but it is known that there is low abundance, in contrast to the rest of the distribution area (300,000 individuals). The objective of this work was to estimate the abundance and distribution in Mexico. The nine Islands were visited in each of the four seasons (from autumn of 2008 to summer of 2009); During Winter (reproductive Season) a "Fly By" was done for the coastal area from Ensenada to Bahia Asuncion in BCS. A comparison between counting platforms was done, counting platforms like boats (directos-Lancha), coastal based on photographs taken from boats (fotografia-lancha), based on photographs taken from airplanes (fotografia-aerea) and from land (conteos-tierra). A directo-lancha approach is recommended with replicas, based on the counting of the photographs from the boat and counting from land, for common seal studies in Mexico. The counting based on all photographs had little comparative usefulness for this study. Nevertheless, all of the colonies on the islands and coastal areas are visible during a flyby, it is suggested that this could be the best platform for a census of this species in Mexico. Through counts with replicas done from boats during winter, and multiplied by a correction factor that was proposed by Huber *et al.* 2001 (1.53) applicable only during the reproductive season, absolute abundance was estimated at $6,166 \pm 617$ individuals. To be able to compare abundance between seasons an equation proposed by Oleskius *et al.* (1990) was used. The greatest abundance registered was during the winter season with 4,494 seals (including the 935 found on continental coast lines), the second greater abundance was found in spring with 3143, summer had 1588 and autumn had 547. The islands with greater abundance were

San Jeronimo, Natividad and San Roque, Natividad being the island that showed less variation in abundance in population trough out the year. Maps showing the distribution of the colonies in each island were generated, were it was found that most individuals were found in rocky areas, and in areas of the island that are protected from wind and waves, particularly during the reproductive season. During the spring is when molting occurs, the colonies are found to be dispersed around each island. Pups were found on every Island, and for the first time San Roque Island BCS was reported to be a reproductive colony. A descriptive Identification was done for the characteristics of colonies that presented the best conditions for establishing as a seal colony in Mexico

Key words: common seal, distribution, abundance, México.

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT por la beca otorgada para poder realizar mis estudios de maestría.

A CONACYT-SEMARNAT por el apoyo económico para la realización de este proyecto dentro de la convocatoria S0010-2006-1.

A la UABC- FCM-IIO, a todos los maestros que contribuyeron en mi formación profesional dentro del programa de oceanografía costera. Gracias a todos mis profesores y al Dr. Rubén Castro, Dr. Martín Hernández, Dr. Reginaldo Durazo por sus asesorías y aportación de información a este trabajo.

A la SEMAR por su apoyo en la logística de este proyecto y sus navegaciones y traslados hacia islas Coronados, Cedros y San Benito en la interceptora. La velocidad es lo máximo.

A mi comité de tesis por cada uno de sus valiosos comentarios en el transcurso de este trabajo. Les agradezco la paciencia y cada una de sus aportaciones para llegar al trabajo que presento.

A la Dra. Yolanda Schramm por darme la oportunidad de participar en este proyecto, por la increíble experiencia que significa conocer las islas y formar parte de este equipo de trabajo, y por la beca otorgada dentro de este proyecto. Gracias Yoli por cada comentario realizado a lo largo de este trabajo de tesis, el tiempo que me dedicaste para que esto llegara a su final. Gracias por dejar sacarme la espinita de la licenciatura y lograr trabajar con la foca común.

A la Dra. Gisela Heckel porque a pesar de no creerlo siempre pudo ayudarme a resolver mis dudas. Sus valiosas observaciones para poder llegar a los mejores resultados posibles.

Gracias doctoras por su amistad durante estos 9 años en Ensenada, por darme la oportunidad de cumplir mi sueño de trabajar con mamíferos marinos y permitirme trabajar en campo que es una de mis grandes pasiones y por su GRAN paciencia durante el proceso de revisión de esta tesis.

Al Dr. Francisco Correa por formar parte de mi comité y sus comentarios durante el proceso de revisión. Gracias por tu tiempo.

Al Dr. Filippo Galimberti y la Dra. Simona Sanvito por su valiosa cooperación en la realización de este trabajo, ya sea con largas tardes de asesoría acerca de cómo sacar lo mejor de los datos o con la colecta de datos en el campo, incluyendo las expediciones a buscar fósiles a las 12 del día en medio del desierto, muchísimas gracias a los dos. Fue un gusto trabajar con ustedes y espero que no sea la última vez.

Al Oc. Don Eulogio, Chelelo, Plutarco, Procopio, El Negro, Maldito Marica etc. por hacer de cada salida una aventura muy divertida, pero siempre estar al pendiente y cuidando a cada una de las personas en el campo. Les diste un toque especial a cada una de las salidas, te lo agradezco mucho. Gracias por tu amistad y por hacerla de enfermero al curarme el dedo que me machuqué por necia.

A la Oc. Alejandra Báez por las cincuenta mil fotografías que tomo en el campo para la realización de este trabajo (sin exagerar). Te agradezco tu apoyo y ayuda en cada una de las salidas, además de que a pesar de estar ocupada con tu especialidad te diste tiempo para capturar los datos que incluyen esta tesis. Cada salida fue diferente y muy divertida, fue genial trabajar contigo en el campo ya que siempre había un comentario que hacía imposible aburrirte. Te agradezco mucho tu amistad durante estos nueve años, vales mil.

A las biólogas y próximas M en C. Ángeles Milanes, Bertha García y Mónica Franco por su ayuda en la colecta de datos y su participación en las diferentes salidas de campo. Les agradezco su tiempo y dedicación ayudándome a contar a las focas en las fotos, aunque no haya utilizado estos datos ☹. Les deseo mucha suerte con sus trabajos de tesis...

Gracias equipo Tabasco, Todo Terreno, Anfibio, Gaviotas, Esquadra Piañone, Wimp Team, Vacations Team etc.....a cada uno de los participantes de una o varias de las salidas cada salida fue diferente y divertida además de esencial para este trabajo.

Te doy las gracias a ti Amor, por haber sido mi apoyo incondicional durante el transcurso de toda la maestría. Agradezco tu paciencia durante mis ataques de pánico. Gracias por permitirme ser parte de tu vida y por convertir esta increíble amistad en algo más. Gracias por quererme tanto y estar en el lugar correcto en el momento preciso. Tu presencia en mi vida significa mucho. Te quiero mucho ARHG.

Gracias hermanita Mónica L. por ayudarme en la redacción de algunos pedazos de la tesis, te deseo mucho éxito en tu vida universitaria. Será una gran experiencia que vale la pena vivir. Te quiero.

Gracias hermana Cynthia L. por tu apoyo incondicional, se que las cosas no te han sido fáciles pero saldrás adelante. Eres y serás siempre una mujer muy exitosa. Te quiero.

A Mi Mamá, Mi Papá, Mi Zeide y Mi Tia Ileana que siempre estuvieron al pendiente de mi, gracias por su apoyo incondicional. Los quiero mucho y les agradezco que siempre hayan estado presentes a lo largo de este trabajo. Aunque no fueron al campo conmigo, ni me corrigieron el escrito de esta tesis siempre estuvieron ahí, pendientes de mi y eso es algo que aprecio mucho. Los quiero mucho.

A la M en C Lupita Gómez por siempre estar dispuesta a ayudar. Gracias por ser mi roomie durante 5 años y volver a serlo después de dos años separadas. Te agradezco estos nueve años de amistad, se dice fácil pero se requiere de un gran esfuerzo, gracias por compartir cada momento a lo largo de mi vida en Ensenada.

A la próxima M en C Nelva Victoria por su amistad durante estos 9 años. Las reuniones para estudiar o los cafés de muchas horas para analizar la vida o simplemente chismosear. Gracias por estar presente durante la realización de este trabajo y por sacarme de algunos ataques de pánico. Gracias por compartir conmigo la mesa directiva de ICMME sin caer en el pánico durante las temporadas pesadas de la maestría.

A mis compañeras de maestría M en C Mónica Torres, las próximas M en C Violeta Fernández y Anahí Silva por permitirme ser parte de su equipo de trabajo, su paciencia y valiosa amistad. Además de la compañía en los cubos de posgrado. Gracias por ser mis compañeras de pánico al darnos cuenta que la beca se nos terminaba y nosotras no teníamos ni resultados para la tesis.

Gracias a cada una de las personas que estuvieron conmigo en algún momento durante mi vida en Ensenada y por estar al pendiente del avance de esta tesis. Samanta de la Gala, Lupita Espinoza, Carolina Navarro, Luis Enriquez.

A la M en C Esther Jiménez por el tiempo dedicado en la realización de los mapas base. Se que no fue cosa sencilla pero te lo agradezco mucho, además de agradecerte por el curso que nos diste del ArcGis, sin el no hubiera logrado hacer mis mapas.

Un agradecimiento especial a cada una de las cooperativas de pescadores presentes en cada una de las islas, por siempre estar dispuestos a ayudarnos en la colecta de datos de este proyecto. A cada panguero por su paciencia al pedirles que nos acerquemos más o si podemos ir más lento.

Al grupo GECl y en especial al M en C Julio Montoya por su incondicional apoyo en los cruceros subiendo y bajando las miles de cajas con las que viajamos y haciendo los viajes muy amenos.....Muchas gracias a ti Julito y a tu equipo.

Al Capi Norberto Castro por las navegaciones a Todos Santos y su paciencia al pedirle que nos acercáramos mas a los animales o navegar en zonas complicadas, hasta en días que no se alcanzaba a ver ni el crucero que estaba cerca de nosotros.

Gracias a todos los que de alguna manera formaron parte de este trabajo, cada granito de arena siempre fue bienvenido y por eso les agradezco a todos su apoyo, comentarios, asesorías o su simple presencia.

**UNA VEZ MAS TODO ESTA EN ORDEN GRACIAS A LAS CHICAS
SUPER PODEROSAS Y MOJO JOJO**

ÍNDICE

	Página
RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	4
2.1 <i>Distribución</i>	4
2.2 <i>Factores que determinan la distribución</i>	5
2.3 <i>Filopatría</i>	6
2.4 <i>Biología reproductiva</i>	6
2.5 <i>Muda</i>	9
2.6 <i>Alimentación</i>	11
2.7 <i>Abundancia en México</i>	12
2.8 <i>Estimación de abundancia</i>	13
3. OBJETIVO.....	15
3.1 <i>General</i>	15
3.2 <i>Particulares</i>	15
4. ÁREA DE ESTUDIO	15
4.1 <i>Península de Baja California</i>	16
4.2 <i>Islas</i>	19
4.2.1 <i>Islas Coronado</i>	20
4.2.2 <i>Islas Todos Santos</i>	20
4.2.3 <i>Isla San Martín</i>	21
4.2.4 <i>Isla San Jerónimo</i>	21
4.2.5 <i>Islas San Benito</i>	21
4.2.6 <i>Isla Cedros</i>	21
4.2.7 <i>Isla Natividad</i>	22

4.2.8 Isla San Roque.....	22
4.2.9 Isla Asunción.....	22
5. MÉTODO.....	23
5.1 Trabajo de campo.....	23
5.2 Análisis de datos.....	25
5.2.1 Base de datos.....	25
5.2.2 conteos directos-lancha.....	25
5.2.3 Fotografías-lancha y fotografía-aérea.....	27
5.2.3.1 Secuencias.....	27
5.2.3.2 conteos.....	27
5.2.4 Abundancia.....	27
5.2.4.1 Por estaciones.....	27
5.2.4.2 Absoluta.....	30
5.2.5 Distribución.....	30
5.2.5.1 Sistema de Información Geográfica.....	30
5.2.5.2 Factores que afectan la distribución.....	32
5.2.5.2.1 Sustrato.....	32
5.2.5.2.2 Exposición al oleaje.....	32
6. RESULTADOS.....	33
6.1 conteos.....	33
6.1.1 conteos directos lancha.....	33
6.1.2 conteos desde fotografía-lancha, conteos-tierra y fotografía-aérea.....	37
6.2 Estimación de abundancia.....	38
6.2.1 Abundancia por estaciones.....	38
6.2.2 Abundancia Absoluta.....	39
6.3 Distribución.....	41
6.3.1 Sistema de Información Geográfica.....	41
6.3.1.1 Islas Coronado.....	45
6.3.1.2 Islas Todos Santos.....	48
6.3.1.3 Isla San Martín.....	52
6.3.1.4 Isla San Jerónimo.....	55

6.3.1.5 Islas San Benito.....	58
6.3.1.6 Isla Cedros.....	60
6.3.1.7 Isla Natividad.....	63
6.3.1.8 Isla San Roque.....	66
6.3.1.9 Isla Asunción.....	69
6.3.1.10 Costa.....	71
7. DISCUSIÓN.....	74
7.1 Trabajo de campo.....	74
7.2 Conteos.....	75
7.3 Abundancia	80
7.3.1 Abundancia Estacional.....	81
7.3.2 Abundancia Absoluta.....	86
7.4 Distribución.....	89
7.4.1 Tamaño de la colonia.....	89
7.4.2 Tipo de sustrato.....	92
7.4.3 Exposición al oleaje.....	94
8. CONCLUSIONES.....	101
9. RECOMENDACIONES.....	105
10. LITERATURA CITADA.....	106
11. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS.....	118
12. SOFTWARES UTILIZADOS.....	118
ANEXO I: Ciclo anual.....	119
ANEXO II: Abundancia en México.....	122

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura1: Área de estudio.....	16
Figura 2: Representación gráfica del Sistema de la Corriente de California.....	18
Figura 3: Histograma de frecuencias de los tamaños de las colonias.....	44
Figura 4: Distribución y número de individuos en las Islas Coronado durante otoño.....	46
Figura 5: Distribución y número de individuos en las Islas Coronado durante invierno.....	46
Figura 6: Distribución y número de individuos en las Islas Coronado durante primavera.....	47
Figura 7: Distribución y número de individuos en las Islas Coronado durante verano.....	47
Figura 8: Distribución y número de individuos en las Islas Todos Santos durante otoño.....	50
Figura 9: Distribución y número de individuos en las Islas Todos Santos durante invierno.....	50
Figura 10: Distribución y número de individuos en las Islas Todos Santos durante primavera.....	51
Figura 11: Distribución y número de individuos en las Islas Todos Santos durante verano.....	51
Figura 12: Distribución y número de individuos en la Isla San Martín durante otoño.....	53
Figura 13: Distribución y número de individuos en la Isla San Martín durante invierno.....	53
Figura 14: Distribución y número de individuos en la Isla San Martín durante primavera.....	54
Figura 15: Distribución y número de individuos en la Isla San Martín durante verano.....	54

Página

Figura 16: Distribución y número de individuos en la Isla San Jerónimo durante otoño.....	56
Figura 17: Distribución y número de individuos en la Isla San Jerónimo durante invierno.....	56
Figura 18: Distribución y número de individuos en la Isla San Jerónimo durante primavera.....	57
Figura 19: Distribución y número de individuos en la Isla San Jerónimo durante verano.....	57
Figura 20: Distribución y número de individuos en las Islas San Benito durante otoño.....	58
Figura 21: Distribución y número de individuos en las Islas San Benito durante invierno.....	59
Figura 22: Distribución y número de individuos en las Islas San Benito durante primavera.....	59
Figura 23: Distribución y número de individuos en la Isla Cedros durante invierno.....	61
Figura 24: Distribución y número de individuos en la Isla Cedros durante primavera.....	61
Figura 25: Distribución y número de individuos en la Isla Cedros durante verano.....	62
Figura 26: Distribución y número de individuos en la Isla Natividad durante invierno.....	64
Figura 27: Distribución y número de individuos en la Isla Natividad durante primavera.....	64
Figura 28: Distribución y número de individuos en la Isla Natividad durante verano.....	65
Figura 29: Distribución y número de individuos en la Isla San Roque durante invierno.....	67
Figura 30: Distribución y número de individuos en la Isla San Roque durante primavera.....	67

Página

Figura 31: Distribución y número de individuos en la Isla San Roque durante verano.....	68
Figura 32: Distribución y número de individuos en la Isla Asunción durante invierno.....	70
Figura 33: Distribución y número de individuos en la Isla Asunción durante primavera.....	70
Figura 34: Distribución y número de individuos en la Isla Asunción durante verano.....	71
Figura 35: Distribución y número de individuos durante los censos en la costa desde Bahía Asunción hasta Ensenada invierno.....	73
Figura 36: Mapa de la península de Baja California y la influencia de tres masas de agua durante condiciones No Niño y condiciones El Niño...	100

INDICE DE TABLAS

Página

Tabla I: Fechas en las que fueron realizadas cada una de las visitas a las islas de estudio.....	34
Tabla II: Análisis de repetibilidad realizado en el programa SPSS 17.0.....	35
Tabla III: Totales de conteos directos-lancha, conteos fotografía-lancha, conteos-tierra y conteos fotografía-aérea en cada una de las islas y costa del área de estudio para cada temporada del año de muestreo.....	36
Tabla IV: Estimación de abundancia estacional utilizando la ecuación propuesta por Oleskius y colaboradores (1990).....	40
Tabla V: Estimación de abundancia absoluta utilizando el factor de corrección de Huber y colaboradores (2001).....	41
Tabla VI: Tipo de sustrato y su porcentaje de cobertura en cada una de las islas del área de estudio en orden descendente y porcentaje calculado de FCPO presentes en cada uno de ellos.....	42
Tabla VII: Parámetros utilizados para calcular el sesgo de los tamaños de colonia	43
Tabla VIII: Ciclo anual de la FCPO en México.....	121
Tabla IX: Recopilación bibliográfica de los conteos de FCPO realizados previamente a lo largo de la zona que abarca este estudio.....	124

1. INTRODUCCIÓN

La foca común o de puerto (*Phoca vitulina ssp.*) pertenece al Suborden Pinnipedia del Orden Carnívora (Berta *et al.* 2006). El término Pinnipedia se utiliza para designar al grupo de mamíferos marinos del Orden Carnívora (Berta *et al.* 1999) que se distinguen por presentar miembros anteriores y posteriores en forma de aleta y un cuerpo fusiforme que facilita su desplazamiento en el agua (Reeves *et al.* 1992). Los pinnípedos actuales están representados por 34 especies de focas, lobos marinos, lobos finos y la morsa (Berta *et al.* 2006).

Las tres familias de pinnípedos Otariidae, Odobenidae y Phocidae están distribuidas mundialmente en aguas polares, subpolares y templadas. Hay 14 especies de otáridos (lobos marinos y lobos finos) 19 especies de fócidos (focas) y una sola especie de odobénido (la morsa), de distribución estrictamente Ártica (King, 1983).

En México podemos encontrar dos representantes de la familia Otariidae, el lobo marino de California (*Zalophus californianus*) y el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendii*) y dos representantes de la familia Phocidae, la foca elefante del norte (*Mirounga angustirostris*) y la foca común (*Phoca vitulina richardsi*).

En este trabajo se analizó el estado actual de la foca común y forma parte del proyecto que lleva por título "Lobos marinos y focas como centinelas del cambio global en ecosistemas vulnerables de la costa occidental e islas de la Península de Baja California", el cual incluye a las cuatro especies de pinnípedos que se encuentran en la región.

La foca común o de puerto (*Phoca vitulina ssp.*) es la de distribución mundial más amplia. Actualmente se reconocen cinco subespecies, *P. v. vitulina* (Linnaeus 1758); *P. v. concolor* (DeKay 1842); *P. v. mellonae* (Doutt 1942); *P. v. richadsi* (Gray 1864) y *P. v. stejnegeri* (Allen 1902). La diferencia a nivel de subespecie radica principalmente en su distribución geográfica y a diferencias craneométricas (McLaren 1966). Recientemente, la subdivisión de la especie se ha apoyado con estudios genéticos (Stanley 1996; Kappe *et al.* 1997). La *P. v. vitulina* se distribuye en la costa francesa, rodeando el Canal Inglés, a través del Mar del Norte hacia Noruega; incluye el sur del Mar Báltico y aguas de Irlanda y Gran Bretaña. *P.v.concolor* se encuentra en el Atlántico occidental desde Groenlandia hasta la parte central de Estados Unidos. *P.v.mellonae* se encuentra en el Lago Foca en Québec, Canadá. *P.v. stejnegeri* se distribuye en el Pacífico occidental desde el Mar de Bering, a través de las islas Kuril y hasta Japón. Por último, *P.v.richadsi* se localiza en el Pacífico oriental desde Alaska hasta Baja California, en donde habitan principalmente en islas cercanas a la costa (King 1983; Gallo y Auriolles 1984; Padilla 1990). La división entre las dos subespecies del Pacífico (*P. v. stejnegeri* y *P. v. richardsi*) no es muy clara, aunque se considera que están separadas por una frontera de hielo localizada en las Islas Aleutianas (Kappe *et al.* 1997; Perrin *et al.* 2002).

Al igual que el resto de los pinnípedos, la subespecie *P. v. richardsi*, que de aquí en adelante se mencionará como foca común, pasa gran parte del día en tierra realizando actividades importantes de su ciclo anual. Se congregan en costas e islas para parir, amamantar a sus crías, descansar y para mudar el pelo (Riedman 1990); la mayoría de las cópulas tienen lugar en el agua (Allen 1985; Padilla 1990).

La ubicación de las colonias reproductivas es la misma a lo largo de los años y la mayoría de los individuos que se encuentran en una colonia, suelen regresar al mismo sitio para reproducirse a lo largo de su vida (Pitcher y McAllister 1981; Yochem *et al.* 1987, Härkönen y Harding 2001; Lowry *et al.* 2001). Por lo anterior, la especie se considera altamente filopátrica (Pitcher y McAllister 1981; Yochem *et al.* 1987; Suryan *et al.* 1998).

La foca común es una subespecie muy abundante en el Pacífico nororiental, con una estimación de aproximadamente 300,000 individuos. El 45% de los individuos se encuentra en Canadá, el 25% en Alaska y el 30% restante están entre Washington, Oregon y California, E.U.A. (Lamont *et al.* 1996).

En México, la información sobre la foca común es escasa, y no se conoce toda su distribución. La abundancia se ha reportado en 15 trabajos (Dout 1942; Bartholomew y Hubbs 1952; Kenyon y Scheffer 1953; Huey 1964; King 1964; Brownell *et al.* 1968; Brownell 1974; Mate 1977; Pentis 1977; Gisiner *et al.* 1980; LeBoeuf y Bonell 1981; Gallo y Auriolles 1983; Padilla 1990; Loya *et al.* 1992; Maravilla y Lowry 1996; citado por de Gallo y Auriolles 1984;) y la mayoría de éstos son conteos parciales, es decir, de todas las especies de pinnípedos de la zona y no solo de Foca común. El único reporte en México de abundancia total (1,715 individuos), corresponde a conteos realizados entre 1982 y 1986 desde Isla Coronado hasta Isla Natividad (Padilla 1990).

Tal vez por la falta de información de esta subespecie en México es que se encuentra catalogada como "sujeta a protección especial" en la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT 2001) y es la categoría más baja en cuanto a la protección de especies dentro de la legislación mexicana. La Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) la incluye dentro de la categoría "Low Concern" (preocupación baja). Dicha categoría

incluye especies abundantes y de amplia distribución, siendo ésta la categoría más baja (IUCN 2001). Por lo anterior, este trabajo busca actualizar la información sobre su distribución y abundancia en México, que permita plantear políticas en materia de su conservación.

2. ANTECEDENTES

2.1 Distribución

La *P. v. richardsi* se distribuye aproximadamente desde los 28° N (Isla Natividad), en la costa occidental de la Península de Baja California, hasta el Golfo de Alaska y el sureste del Mar de Bering (Perrin *et al.* 2002). Se ha reportado su presencia en diferentes islas en México, como las Coronado (Gallo y Auriolés 1984; Padilla 1990; Maravilla y Lowry 1996; Samaniego *et al.* 2007), Todos Santos (Gallo y Auriolés 1984; Padilla 1990; Maravilla y Lowry 1996; Samaniego *et al.* 2007), San Martín (Scheffer 1974; Gallo y Auriolés 1984; Padilla 1990; Maravilla y Lowry 1996; Carter *et al.* 1996; Samaniego *et al.* 2007), San Jerónimo (Gallo y Auriolés 1984; Padilla 1990; Maravilla y Lowry 1996; Samaniego *et al.* 2007) San Benito (Batholomew y Hubbs 1952; Maravilla y Lowry 1996; Samaniego *et al.* 2007), Cedros (Batholomew y Hubbs 1952; Brownell *et al.* 1974; Gallo y Auriolés 1984; Padilla 1990; Maravilla y Lowry 1996; Samaniego *et al.* 2007), Natividad (Brownell *et al.* 1974; Gallo y Auriolés 1984; Padilla 1990; Maravilla y Lowry 1996; Samaniego *et al.* 2007), Asunción (Maravilla y Lowry 1996; Samaniego *et al.* 2007) y San Roque (Anthony 1925; Maravilla y Lowry 1996; Samaniego *et al.* 2007). También se conoce su presencia en algunas zonas en la costa de Baja California, como es Punta Banda, al sur de Ensenada (Padilla 1990; Loya *et al.* 1992) y en la Bahía de San Quintín (Padilla 1990).

En Bahía Magdalena, B.C.S. se avistaron 3 individuos (abril 1998), por lo que se supone la existencia de una pequeña colonia (Chávez y Gardner 1999). Sin embargo, durante marzo de 1984 en la misma zona, no se encontraron Foca común (Padilla 1990). También se ha mencionado la presencia ocasional de algunos individuos en Los Islotes, B.C.S., dentro del Golfo de California (Gallo y Auriol 1984).

2.2 Factores que determinan la distribución

Diferentes factores tienen un efecto en la presencia de los individuos en tierra, como la temporada del año, hora del día, condiciones de marea y condiciones ambientales (Boveng *et al.* 2003; Simpkins *et al.* 2003). Otro factor importante se refiere a diferentes fuentes de perturbación por actividades humanas (Roffe y Mate 1984; Yochem *et al.* 1987; Trumble 1995; Suryan y Harvey 1999; Johnson y Acevedo 2007). Algunos ejemplos específicos son las exploraciones para estudios sísmicos, presencia de peatones y kayaks, (Nordstrom 2002), así como por el tráfico de embarcaciones (Suryan y Harvey 1999). El efecto negativo debido a las actividades humanas aumenta durante la temporada reproductiva (Trumble 1995). De la misma forma, se sabe que las colonias se establecen lejos del alcance de depredadores, como lobos, perros, coyotes y osos (Nordstrom 2002).

En cuanto a las condiciones ambientales se refiere, la foca común evita salir a tierra en presencia de lluvia, en condiciones de viento fuerte y en presencia de nubosidad (Boveng *et al.* 2003; Jemison *et al.* 2006; Mathews 2006).

Uno de los factores determinantes en la selección del sitio de descanso es la disponibilidad de alimento; las colonias se localizan cerca de zonas altamente productivas (Pitcher y McAllister 1981; Suryan y Harvey 1998; Brown *et al.* 2003).

De manera general se ha propuesto que las focas eligen sitios que sean poco perturbados (Suryan y Harvey 1999; Montgomery *et al.* 2007), cerca de zonas productivas (Pitcher y McAllister 1981; Suryan y Harvey 1998), protegidos de la exposición al viento (Bjorge *et al.* 2002) y con acceso a aguas profundas (Montgomery *et al.* 2007). Se supone que la relación entre el ambiente y la colonia es diferente geográficamente debido a que los organismos probablemente se adaptan a las condiciones de cada sitio donde se encuentran (Simpkins *et al.* 2003).

2.3 Filopatría

La foca común se considera altamente filopátrica aunque existe una marcada diferencia entre categorías de edad y de sexo sobre la fidelidad al sitio. Trabajos realizados en Alaska (Pitcher y McAllister 1981; Simpkins *et al.* 2003), en California (Yochem *et al.* 1987) y en Washington (Suryan y Harvey 1998) concluyeron que más del 70% de las focas marcadas desde crías se observaron en repetidas ocasiones en los mismos sitios, durante 1 a 5 meses. Se demostró que en el caso de las hembras, la fidelidad aumenta con la edad, mientras que en los machos adultos va disminuyendo (Härkönen y Harding 2001). Fuera de la temporada reproductiva las hembras no se alejan más de 7 Km de la zona donde fueron marcadas, y durante la temporada reproductiva muestran una fidelidad al sitio del 100%, es decir que siempre regresan al sitio donde nacieron para reproducirse (Härkönen y Harding 2001). Por su parte, los machos adultos muestran una mayor dispersión, alejándose hasta 32 Km de la zona donde fueron marcados (Härkönen y Harding 2001) y los jóvenes pueden llegar a desplazarse hasta 300 a 500 Km (Lowry *et al.* 2001).

2.4 Biología reproductiva

En México se ha reportado la presencia de colonias reproductivas a lo largo de su distribución, principalmente en islas como Coronado (Padilla 1990), Todos Santos (Padilla 1990), San Martín (Scheffer 1974; Padilla 1990), San

Jerónimo (Padilla 1990), Cedros (Padilla 1990) y Natividad (Padilla 1990), además de sitios en la costa como la Bahía de San Quintín (Padilla 1990) y el Estero de Punta Banda (Padilla 1990; Loya *et al.* 1992).

La biología reproductiva y poblacional de la foca común ha sido bien estudiada en la costa oeste de Estados Unidos (Allen 1985; Temte 1991; Suryan 1995; Van Parijs *et al.* 1997; Perry 1998; Hayes *et al.* 2004). Se sabe que las hembras alcanzan la madurez sexual entre los 3 y 6 años de edad, mientras que los machos lo hacen entre los 3 y 7 años (Reeves *et al.* 1992). En las hembras el estro inicia al final de la lactancia, aproximadamente de 5 a 6 semanas después del parto (Suryan 1995) y tiene una duración de 1 a 2 semanas, durante las cuales copulan. La implantación es tardía; el huevo fecundado se desarrolla hasta blastocisto y no se implanta en el útero hasta aproximadamente 2.5 meses después (Suryan 1995). El periodo de gestación dura 9 meses (Suryan 1995). La implantación tardía es una estrategia para incrementar la supervivencia de las crías y el éxito reproductivo (Sandell 1990; Perrin *et al.* 2002), debido a que permite que los nacimientos ocurran en la temporada más favorable del año de acuerdo a su localización (Sandell 1990; Greig 2002).

La conducta específica de apareamiento de la foca común no se conoce bien, aunque se le considera como una especie poligínica; es decir, los machos intentan maximizar su éxito reproductivo copulando con el mayor número de hembras posible (Perry 1998; Hayes *et al.* 2004). El nivel de poliginia debe ser bajo en esta subespecie debido a que la habilidad de los machos para monopolizar a las hembras o algún recurso esencial para ellas está limitada por la relativa sincronía del estro y la movilidad de las hembras durante el periodo receptivo (Perry 1998).

La cópula tiene lugar en el agua, precedida por giros, inmersiones prolongadas y emisión de burbujas (Allen 1985); así como la emisión de sonidos para atraer a las hembras (Hayes *et al.* 2004; Bonnes *et al.* 2006). También se ha registrado la actividad de patrullaje en el agua por parte de los machos, en sitios donde las hembras descansan en tierra (Hayes *et al.* 2004; Bonnes *et al.* 2006). El macho inicia la persecución mordiendo el cuello y las aletas de la hembra para sujetarla (Allen 1985). Se ha observado agresión entre los machos por medio de vocalizaciones, peleas, persecuciones y mordidas (Perry 1998; Bonnes *et al.* 2006). El comportamiento agonístico entre machos inicia antes de los nacimientos y continúa hasta después del destete, cuando las hembras entran en estro (Perry 1998; Bonnes *et al.* 2006).

El periodo de partos varía por región; inicia en Baja California en febrero (Scheffer 1974; Gallo y Auriolos 1984; Padilla 1990; Reeves *et al.* 1992; Lamont 2002; Perrin *et al.* 2002), en California ocurren en el mes de marzo (Hanan 1996; Neuman 1999; Perrin *et al.* 2002; Lamont 2002; Hayes *et al.* 2004), en Oregon ocurren de abril a junio (Huber *et al.* 2001), para Washington se reportan en el mes de mayo (Suryan 1995; Perrin *et al.* 2002), y en la Columbia Británica ocurren de mayo a septiembre (Cottrel *et al.* 2002; Lamont 2002) al igual que en Alaska (Perrin *et al.* 2002; Boveng *et al.* 2003).

El trabajo de parto tiene una duración aproximada de 80 minutos (Padilla 1990) y se ha registrado que pueden ocurrir en diferentes sustratos, como playas de arena, de roca (diferente tamaño y formas), rocas aisladas por mar y marismas (Bonnes *et al.* 2006).

En la temporada de crianza, se presenta una segregación por categoría de edad y sexo (Newby 1973). Durante las primeras dos semanas de partos, las hembras forman distintos grupos alejados de la colonia (Newby 1973; Brown y Mate 1983; Suryan 1995; Trumble 1995); estas zonas son denominadas

“guarderías” (Brown y Mate 1983; Suryan 1995). La mayoría de los partos ocurren en tierra (Newby *et al.* 1973; Cottrell *et al.* 2002; Greig 2002; Perrin *et al.* 2002; Bonnes *et al.* 2006).

Las crías son consideradas precoces, ya que son capaces de nadar desde el momento de nacer (Newby 1973; Reeves *et al.* 1992; Frost *et al.* 2006). Desde el parto hasta el destete se establece un estrecho vínculo entre la madre y la cría. La hembra conserva a su cría cerca, tocándola frecuentemente con el hocico (Newby *et al.* 1973). En el agua esta relación se mantiene; frecuentemente se observa a la cría sobre el dorso de su madre (Newby *et al.* 1973; Trumble 1995). El reconocimiento entre la madre y la cría es por medio de un llamado característico y difieren entre parejas madre-cría (Newby *et al.* 1973; Reeves *et al.* 1992; Reiman y Terhune 1993). Todas las conductas relacionadas con el vínculo madre-cría finalizan al destete (Trumble 1995).

El periodo de lactancia de la *Phoca vitulina ssp.* tiene una duración de 2 a 6 semanas (Temte 1991; Trumble 1995). En la subespecie *P.v.richardsi*, dura de 4 a 6 semanas (Riedman 1990). Las crías miden al nacer entre 75 y 100 cm y pesan de 8 a 12 Kg al ser destetadas llegan a pesar entre 25 a 30 Kg (Reeves *et al.* 1992; Trumble 1995). Las hembras que están amamantando realizan viajes para alimentarse a zonas cercanas y poco profundas, mientras las crías permanecen en tierra o flotan en el sitio donde se sumerge la hembra (Reeves *et al.* 1992; Trumble 1995; Greig 2002; Schultz y Bowen 2004; Bonnes *et al.* 2006).

2.5 Muda

La muda, que se presenta en todos los miembros de la familia Phocidae, es conocida como un ciclo anual de regeneración del pelo (Daniel *et al.* 2003). La temporada de muda de *P.v.richardsi* también varía de acuerdo a la latitud (Perrin *et al.* 2002). En el Mar de Bering y el Golfo de Alaska mudan desde

finales de junio hasta principios de octubre (Perrin *et al.* 2002). En el sur de California mudan de mayo hasta agosto (Reeves *et al.* 1992, Mo *et al.* 2000). En México no se conoce el periodo de muda.

Existen diferencias en la temporalidad de la muda con respecto al sexo, la edad y la madurez sexual de cada individuo (Daniel *et al.* 2003). Los añeros (individuos de un año de edad), son los que inician el periodo de muda (Perrin, *et al.* 2002; Daniel *et al.* 2003). Las crías no mudan, ya que la mayoría presenta muda intrauterina (Newby *et al.* 1973; Hanan 1996), sólo algunas crías nacen con lanugo (Antonelis y Fiscus 1980; Suryan 1995; Cottrell *et al.* 2002). Después de los añeros mudan los subadultos, luego las hembras adultas y al final los machos adultos (Hanan 1996; Daniel *et al.* 2003).

La temporalidad de la muda esta influenciada por el gasto energético que significa para cada individuo. Las hembras adultas pierden una gran cantidad de grasa corporal durante la lactancia y continúan perdiéndola durante el periodo de muda. Los machos adultos pierden la mitad de grasa que las hembras, comienzan a perderla desde el periodo de cópula y mantienen una capa delgada durante la muda. El deterioro del estado físico, resultado del comportamiento reproductivo de los machos y la lactancia para las hembras también tiene una influencia en la temporalidad de la muda en esta subespecie (Daniel *et al.* 2003). Es por esto que los subadultos mudan antes, ya que no se encuentran influenciados por la demanda de energía del ciclo reproductivo (Daniel *et al.* 2003).

El ciclo de muda inicia cuando el pelaje pierde las motas características y adquiere un color café rojizo, después comienzan a aparecer parches de pelo nuevo en el cuello y la parte dorsal del individuo. La muda finaliza en las aletas anteriores, posteriores y la cabeza (Daniel *et al.* 2003).

2.6 Alimentación

Después del destete, las crías se alimentan de pequeños crustáceos que se encuentran en el fondo (Riedmann 1990). Los adultos se alimentan de una gran variedad de peces, los cuales constituyen el 94% de su dieta, 5% son moluscos y 1% crustáceos (Scheffer y Sperry 1931; citado por Padilla 1990). Sus presas principales se encuentran dentro de las familias Gadidae (bacalao), Merlucidae (merluza), Pleuronictidae (lenguado), Cupleidae (arenque), Scorpaenidae (escorpión), Salmonidae (salmón) y Embiotocidae (mojarras), además de algunos peces de aguas profundas como los Ophidiidae (congriperlas) y Mixinidae (mixinos) (Scheffer y Sperry 1931; Trumble 1995). En Alaska y California se han reportado como presas las siguientes especies: peces roca (*Sebastes spp.*), merluza del Pacífico (*Merluccius productus*), pez sapo cabezón (*Porichthys notatus*), calamar (*Loligo opalescens*), anchoveta de California (*Engraulis mordax*), corvineta blanca (*Genyonemus lineatus*), lenguado moteado (*Citharichthys sordidus*) y arenque del Pacífico (*Cuplea payáis*) por mencionar algunas (Trumble 1995; Grigg *et al.* 2009).

Se ha reportado que esta especie busca principalmente su alimento en zonas costeras y poco profundas. Muestran un comportamiento de alimentación en el día, comiendo peces pequeños bajo el agua y peces grandes a mordidas en la superficie. Una hembra adulta de 60 Kg consume de 2 a 3 Kg de peces al día, es decir un 5 a 6% de su peso corporal, y equivale a la obtención de 90% de agua dulce de su presa (Trumble 1995).

Las zonas que presentan corrientes de retorno son consideradas importantes en la alimentación de la Foca común, posiblemente debido a que proporcionan accesibilidad hacia los peces de fondo y ayudan a concentrar cardúmenes (Suryan y Harvey 1998; Eguchi *et al.* 2001). Por su parte, las zonas que presentan surgencias, es decir, agua productiva del fondo que es acarreada hacia la superficie durante la temporada de fuertes vientos, también

son consideradas de gran importancia para la alimentación de la foca común. Las surgencias aumentan la productividad del agua, lo cual trae como consecuencia un aumento en la abundancia de las presas pelágicas, que forman parte de la dieta de la foca común (Eguchi *et al.* 2001).

Diversos estudios mencionan que la foca común es una especie de hábitos alimentarios estacionales los cuales están relacionados con su hábitat, es decir, depende de la disponibilidad de presas cerca de su sitio de descanso tanto vertical (profundidad) como horizontalmente (Eguchi *et al.* 2001).

2.7 Abundancia en México

En México, existen registros aislados sobre conteos realizados desde los años cincuenta. Hasta los años noventa se han realizado conteos en las Islas Coronado (Padilla 1990; Maravilla y Lowry 1996, Carter *et al.* 1996), Todos Santos (Padilla 1990; Maravilla y Lowry 1996), San Martín (Scheffer 1974; Padilla 1990; Maravilla y Lowry 1996), San Jerónimo (Padilla 1990; Maravilla y Lowry 1996), Guadalupe (Batholomew y Hubbs 1952), Cedros (Batholomew y Hubbs 1952; Brownell *et al.* 1974, Padilla 1990; Maravilla y Lowry 1996), San Benito (Batholomew y Hubbs 1952; Padilla 1990; Maravilla y Lowry 1996), Natividad (Brownell *et al.* 1974, Padilla 1990; Maravilla y Lowry 1996), San Roque (Maravilla y Lowry 1996), Asunción (Maravilla y Lowry 1996) Margarita (Maravilla y Lowry 1996) y Bahía Magdalena (Chávez y Gardner 1999). Además se han hecho algunos conteos aislados en sitios de la costa como el Estero de Punta Banda (Padilla 1990; Loya *et al.* 1992) y el bajo arenoso dentro de Bahía San Quintín (Padilla 1990), en Baja California (ver información detallada en el Anexo II).

2.8 Estimación de abundancia

Existen diferentes técnicas para realizar los conteos de la foca común; uno de ellos es por medio de fotografías desde una avioneta (Oleskius 1993; Hanan 1996; NOAA 1997; Frost *et al.* 1999; Oleskius 1999; Huber *et al.* 2001; Boveng *et al.* 2003; Brown *et al.* 2003; Lowry y Caretta 2003, Small *et al.* 2003; Ver Hoef y Frost 2003; Montgomery *et al.* 2007). Algunos conteos se obtienen desde la costa (Pitcher 1990; Loya *et al.* 1992; Watts 1993; Stanley y Shaffer 1995; Suryan 1995; Trumble 1995; Kepple 1999; Neuman 1999; Jemison y Kelly 2001; Daniel *et al.* 2003; Jemison *et al.* 2006). Otros trabajos utilizan conteos realizados por distintos observadores desde embarcaciones (Bartholomew y Hubbs 1954; Brownell *et al.* 1974; Kepple 2002; Greig, 2002; Nordstrom 2002). También se ha utilizado la combinación de dos o más de estas técnicas para obtener mejores resultados (Maravilla y Lowry 1996; Mathews 1996; Mathews y Pendleton 2006).

Los conteos para estimar la abundancia se realizan durante las temporadas en las que se encuentra el mayor número de focas en tierra; éstas pueden ser la temporada reproductiva (Pitcher *et al.* 1990; Frost *et al.* 2001; Boveng *et al.* 2003; Simpkins *et al.* 2003) o la de muda (Pitcher *et al.* 1990; Huber *et al.* 2001; Boveng *et al.* 2003; Simpkins *et al.* 2003), sobre todo durante marea baja (Oleskius 1999; Frost *et al.* 1999; Boveng *et al.* 2003). Sin embargo, en ningún momento del año se pueden encontrar todos los individuos en tierra. Debido a lo anterior, es necesario corregir los conteos para considerar a los individuos que se encuentren en el agua y/o los que no se cuentan en tierra.

Se han propuesto diferentes factores de corrección para estimar la abundancia (Hanan 1996; Huber *et al.* 2001; Boveng *et al.* 2003). El factor de corrección (FC) de Hanan (1996) fue calculado para la temporada de muda en California y equivale a 1.2 al utilizar el inverso de la proporción de individuos en tierra. Huber y colaboradores (2001) calcularon un FC que equivale a 1.53, el

cual se calculó para la temporada reproductiva en las costas de Oregon y Washington, calculado al utilizar animales marcados y censos aéreos para obtener la proporción de animales en tierra y estimar el número de individuos que se encuentran en el agua al momento del conteo. Por su parte Boveng y colaboradores (2003) utilizó un FC de ajuste covariado (considera variables ambientales) de 1.19, aplicable a la temporada de muda en Alaska.

También se han propuesto otros métodos para estimar la abundancia, que consideran a los individuos que se encuentran en el agua al momento del conteo (Stewart 1988; Oleskius *et al.* 1990; Fowler 2005). La ecuación propuesta por Oleskius y colaboradores (1990) se basa en un método previamente descrito de conteo limitado (*Bounded Count Method*, en ingles) propuesto por Robson y Whitlock (1974), el cual tiene como propósito calcular la proporción de animales en tierra al utilizar datos de conteos con réplicas, y así poder estimar el número de individuos que se encuentran en el agua en el momento del conteo. Sin embargo, aún no se han estimado factores de corrección para los sitios en México.

En resumen, la información sobre la abundancia de *Phoca vitulina richardsi* en México es escasa y fragmentada, al contrario del resto de su distribución. Se sabe que se distribuye en diferentes islas donde se reproduce, las cuales se encuentran relativamente alejadas geográficamente. Dicha subespecie presenta un alto grado de filopatria (Lamont *et al.* 1996), y realiza movimientos geográficos cortos (entre 7 y 32 Km en adultos). Además, se ha reportado la presencia de diferencias en la temporada reproductiva de acuerdo a la localidad (King 1983 y Reinders *et al.* 1994) y una microestructura genética (subpoblaciones en zonas geográficas reducidas) en la mayoría de los estudios realizados con esta especie (Lamont *et al.* 1996). Las características anteriores sustentan la idea de la vulnerabilidad de la foca común en México. Debido a que probablemente la categoría más baja de protección de la foca común en

México sea por la falta de información sobre la misma, el presente trabajo busca actualizar la información sobre la distribución y abundancia de esta subespecie en México. Es importante señalar que es y seguirá siendo difícil plantear y aplicar políticas en materia de conservación, si no se dispone de información básica sobre las características de las poblaciones.

3. OBJETIVO

3.1 General

Determinar el estado actual de la *Phoca vitulina richardsi* en México.

3.2 Particulares

- Estimar la abundancia poblacional de *P.v.richardsi* en el Pacífico Nororiental de México.
- Comparar la abundancia estacional y entre diferentes plataformas de la *P. v. richardsi* en el Pacífico Nororiental de México.
- Describir la distribución de las colonias de *P.v.richardsi* en México, durante cuatro temporadas del año (otoño e invierno 2008, primavera y verano 2009).
- Analizar la distribución de las colonias de *P.v.richardsi* en cada isla y entre estaciones.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende nueve islas de la Región Occidental de la Península de Baja California (ROPBC) y la zona costera, desde los 26° hasta los 32.5° de latitud norte (Fig.1). La mayoría de estas islas se ubican cerca de la costa: de norte a sur se encuentran las islas Coronado, Todos Santos, San Martín, San Jerónimo, Cedros, San Benito, Natividad, San Roque y Asunción (Fig. 1).

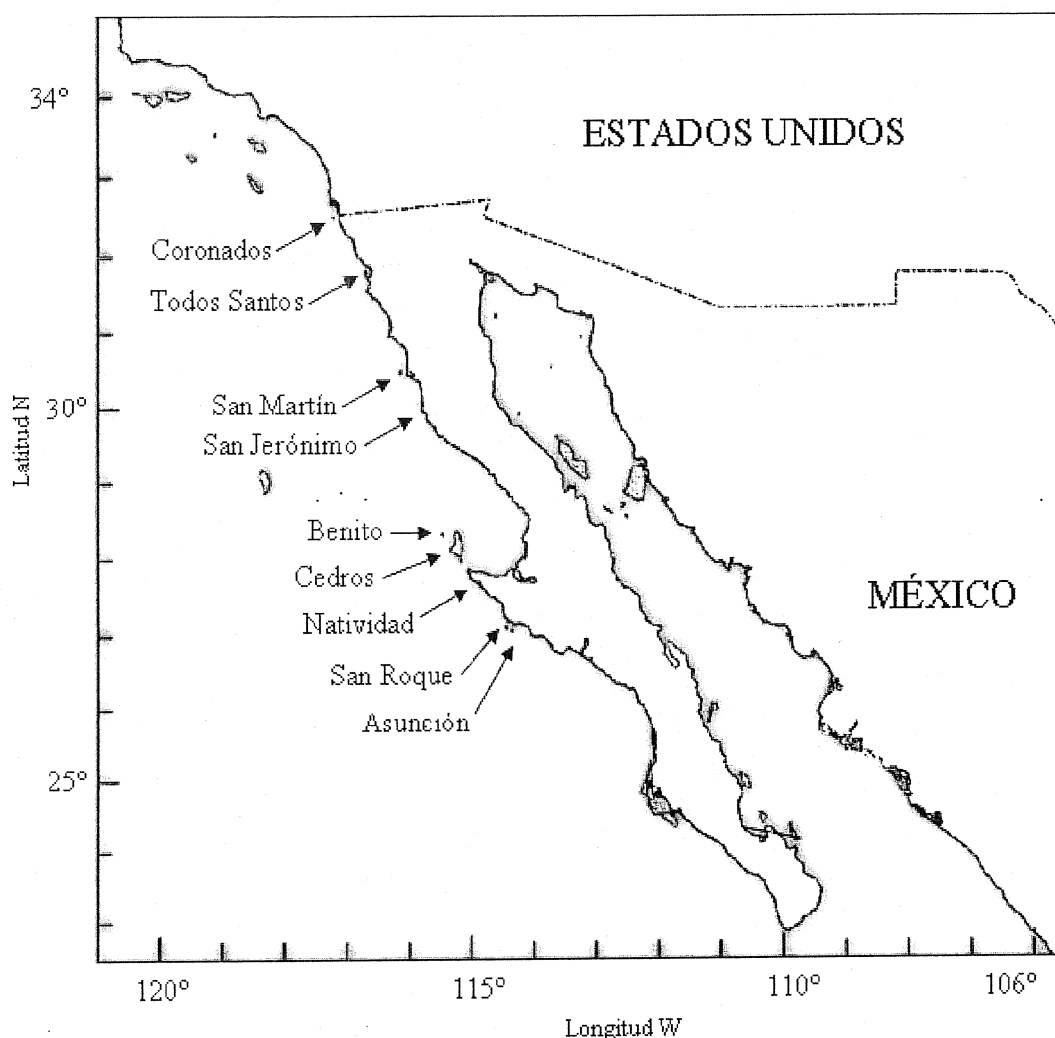


Figura 1. Área de estudio que comprende 9 islas de la Región Occidental de la Península de Baja California (ROPBC) y la zona costera, desde los 26°N hasta los 32°N.

4.1 Península de Baja California

La península de Baja California limita al norte con la frontera internacional de los Estados Unidos, al oeste y al sur con el Océano Pacífico y al este con el Golfo de California. Tiene una longitud de 1,280 Km y un área aproximada de 137,995 Km², sin incluir las aproximadamente 45 islas a lo largo de ésta (Padilla 1990).

La historia geológica de la península comienza en la Era Mesozoica (hace 150 millones de años; Coyle & Roberts 1975). Esta península está constituida litográficamente por una gran variedad de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas; el batolito su estructura geológica más importante (Coyle & Roberts 1975).

La península se caracteriza por una gran variedad de climas, predominando los climas secos y extremos. Los meses más secos son los del fin de primavera y todo el verano. Las precipitaciones invernales son producto de vientos frescos que soplan del suroeste desde el Océano Pacífico hacia la península.

Las aguas del Pacífico están dominadas por las aguas frías del Sistema de la Corriente de California (SCC) (Fig. 2). Este sistema está constituido por una corriente superficial con dirección al Ecuador llamada Corriente de California (CC), por la Contracorriente sub-superficial de California (CU) que tiene un flujo sub superficial con dirección hacia el polo y por la Contracorriente de California (CCC) (Durazo *et al.* 2005). La CC es el brazo oriental del giro anticiclónico de gran escala del Pacífico Norte, y es una corriente superficial (0 a 300 m de profundidad) que acarrea agua hacia el Ecuador todo el año a lo largo de la costa occidental de Norte América, hacia la Corriente Nor-Ecuatorial, excepto en la costa (Durazo *et al.* 2005). Frente a la costa de Baja California, el núcleo de la Corriente de California pasa a unos 200 Km mientras que frente a California Central y Sur pasa a unos 300-400 Km (Durazo *et al.* 2005). La velocidad promedio de esta corriente frente a la costa de California es típicamente menor a los 25 cm/s, pero se han medido velocidades de hasta 50 cm/s (Lynn & Simpson 1987).

El límite oeste de la Corriente de California se localiza aproximadamente a 850 ó 900 Km de la costa, donde se encuentra el Frente de California, el cual divide la CC de la masa de agua Nor-Pacífico Oriental (Durazo *et al.* 2005). Por su parte la CCC es una corriente intermitente que se presenta en superficie durante otoño e invierno, con un flujo costero y estrecho en dirección al norte (Durazo *et al.* 2005).

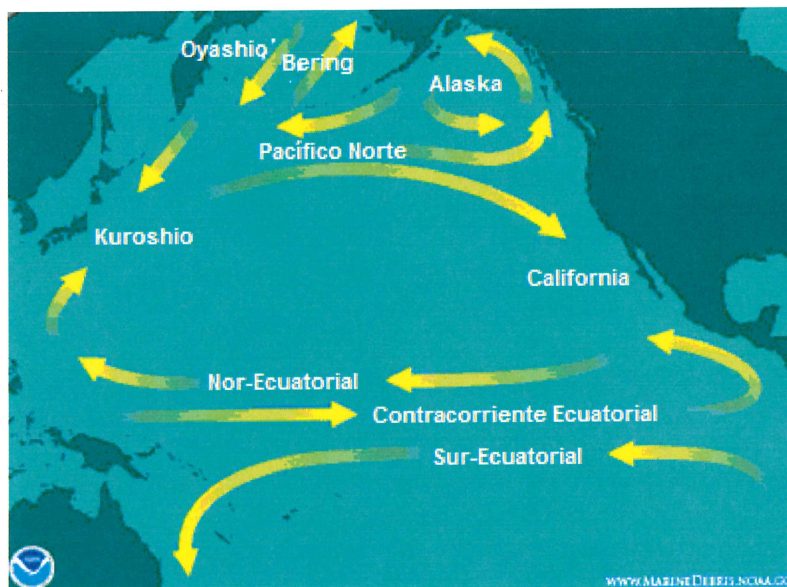


Figura 2: Representación gráfica del Sistema de la Corriente de California y las corrientes que tienen influencia en la Península de Baja California, como la Corriente Norecuatorial y la Contracorriente Ecuatorial (Modificado de NOAA 2009).

La CU se localiza entre profundidades de 150 a 600 m por debajo del núcleo de la CC. Es una masa de agua con alta salinidad (>34.3 ppm), y temperaturas entre 8 y 15°C que fluye hacia el polo con un núcleo de alta velocidad a lo largo del talud de Norteamérica (Lynn y Simpson 1987). Se origina al este del Pacífico Ecuatorial y se extiende desde el sur de Baja California hacia el norte de la Columbia Británica. Su núcleo está comúnmente localizado a 60 Km de la costa frente a Baja California (Lynn y Simpson 1987).

La porción de la CC frente a Baja California es una región donde se han observado estructuras dinámicas complejas, como meandros y remolinos recurrentes de mesoescala, que tienen una influencia importante sobre procesos biológicos en la región (Aguirre *et al.* 2004). Se ha visto que las regiones más dinámicas son las más productivas.

Los márgenes continentales orientales, como el SCC, se caracterizan por regímenes muy productivos alimentados por surgencias, que contribuyen con una buena parte de la producción pesquera mundial de estas regiones (Barocio 2006). Las surgencias están muy relacionadas a los vientos predominantes, que son la principal fuerza que los genera, los cuales tienen una dirección del noroeste (Castro y Martínez 2009). En la región del SCC se presentan surgencias costeras en una franja de unos 50 Km, que acarrearán agua relativamente fría, salada, rica en nutrientes y deficiente de oxígeno hacia la superficie (Lynn y Simpson 1987). Las surgencias más intensas ocurren regularmente durante los primeros meses del año (invierno-primavera) en la porción sur, y a fines de primavera y verano en el norte de la península (Barocio 2006).

4.2 Islas

Las islas del Pacífico se formaron hace aproximadamente 10 millones de años durante el periodo en el cual la península se separó del continente. Son áreas críticas para la reproducción de 59 especies de aves, 39 de anfibios y reptiles, 18 mamíferos terrestres y 4 pinnípedos. La información que se presenta a continuación es una descripción tomada de la guía de campo elaborada por Samaniego y colaboradores (2007).

Las aguas adyacentes a las islas de la región son también ricas en cuanto a su productividad biológica, y de gran valor económico y social para el país. Las islas de la región son ricas en recursos pesqueros y son elementos clave para la soberanía del país. Por su extraordinario valor en términos de biodiversidad y productividad natural, la mayoría de estas islas están en proceso de ser decretadas áreas naturales protegidas (ANP). Algunas ya forman parte de alguna ANP, como Isla Guadalupe (Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe) y las islas Natividad, San Roque y Asunción (Reserva de la Biosfera El Vizcaíno; Samaniego *et al.* 2007).

4.2.1 Islas Coronado

Es un conjunto de cuatro islas de origen continental que se localizan frente a la ciudad de Tijuana, y pertenece al Municipio de Tijuana, B. C., a 14.4 Km del continente. La isla más grande es la Isla Sur ($32^{\circ}24'33.17''$ N, $117^{\circ}14'46.34''$ W), con un perímetro de 7,947 metros. Esta isla está habitada por personal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y personal de la Secretaría de Marina. La Isla Norte ($32^{\circ}26'26.24''$ N, $117^{\circ}17'51.07''$ W) tiene un perímetro de 3,346 metros. El resto del complejo está compuesto por dos islotes centrales ($32^{\circ}25'2.96''$ N, $117^{\circ}15'39.36''$ W), conocidos como Isla Centro y Pílon de Azúcar. La Isla del Centro tiene un perímetro de 1,963 metros.

4.2.2 Islas Todos Santos

Son dos islas de origen continental que se localizan frente a la Bahía de Todos Santos, dentro del Municipio de Ensenada, B. C., a 18 Km del continente. La isla más grande es la Isla Sur ($31^{\circ}48'7.91''$ N, $116^{\circ}47'30.45''$ W) con un perímetro de 8,734 metros, la cual está habitada por pescadores. La Isla Norte ($31^{\circ}48'38.89''$ N, $116^{\circ}48'15.52''$ W) es más pequeña, con un perímetro de 3,332 metros y está habitada por personal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

4.2.3 Isla San Martín

Isla de origen volcánico, localizada frente a la Bahía de San Quintín, dentro del Municipio de Ensenada, B. C. ($30^{\circ}29'20.90''$ N, $116^{\circ}6'52.02''$ W). Su perímetro es de 7,211 metros y se encuentra a 5.1 kilómetros del continente. Esta isla es habitada temporalmente por pescadores.

4.2.4 Isla San Jerónimo

Es una isla de origen continental, localizada frente a la Bahía de El Rosario, dentro del Municipio de Ensenada, B. C. ($29^{\circ}47'32.96''$ N, $115^{\circ}47'29.78''$ W). Su perímetro es de 4,228 metros y se encuentra a 9.7 kilómetros del continente. Esta isla está habitada por personal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y pescadores temporales.

4.2.5 Islas San Benito

Es un conjunto de tres islas de origen continental, localizadas frente a la costa este de la Isla Cédros. Se encuentran a 140 kilómetros de la costa aproximadamente. La isla más grande es la Isla Oeste ($28^{\circ}18'22.81''$ N, $115^{\circ}35'43.63''$ W) con un perímetro de 9,976 metros. Esta isla tiene una población temporal de 60 habitantes aproximadamente. La Isla Este ($28^{\circ}18'14.18''$ N, $115^{\circ}32'42.39''$ W) tiene un perímetro de 6,538 metros mientras que la Isla Centro es la más pequeña de las tres.

4.2.6 Isla Cedros

Isla de origen continental, localizada frente al Desierto Central, dentro del Municipio de Ensenada, B. C. ($28^{\circ}12'46.23''$ N, $115^{\circ}12'51.4''$ W). Tiene un perímetro de 130,970 metros y una distancia al continente de 100 kilómetros. Esta isla tiene una población residente aproximada de 4,500 habitantes.

4.2.7 Isla Natividad

Isla de origen continental, localizada frente a Punta Eugenia, dentro del Municipio de Mulegé, B. C. S. ($27^{\circ}52'55.23''$ N, $115^{\circ}11'33.71''$ W). Su perímetro es de 19,432 metros y se encuentra a 9.3 kilómetros del continente. Esta isla tiene una población aproximada de 200 habitantes.

4.2.8 Isla San Roque

Isla de origen continental, localizada frente a la Bahía de Asunción, dentro del Municipio de Mulegé, B. C. S. ($27^{\circ}8'48.31''$ N, $114^{\circ}22'40.47''$ W). Su perímetro es de 4,856 metros y se encuentra a 1.9 kilómetros de la costa. Esta isla está habitada únicamente por vigilantes de la Sociedad Cooperativa de California de San Ignacio, SCL.

4.2.9 Isla Asunción

Isla de origen continental, localizada frente a Punta Asunción, dentro del Municipio de Mulegé, B. C. S. ($27^{\circ}6'12.92''$ N, $114^{\circ}17'34.27''$ W). Tiene un perímetro de 3,967.5 metros y se encuentra a 1.8 kilómetros de la costa.

En casi todas las islas se encuentran el lobo marino de California (*Zalophus californianus*), la foca elefante del norte (*Mirounga angustirostris*) y la foca común del Pacífico Oriental (*Phoca vitulina richardsi*), excepto en las Islas San Benito, donde también se encuentra el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendii*). Al sur, en Isla San Roque, sólo está presente la foca común del Pacífico Oriental y en Isla Asunción están esta especie y el lobo marino de California.

5. MÉTODO

5.1 Trabajo de campo

Se realizaron 4 salidas de campo para cubrir toda el área de estudio con una duración aproximada de 15 días cada una. Parte de los traslados se realizaron con apoyo de la Secretaría de Marina-Armada de México (SEMAR). Los conteos se hicieron en las cuatro estaciones del año; la temporada de otoño se consideró desde el 24 septiembre al 21 de diciembre, invierno del 22 diciembre al 20 de marzo, primavera del 21 de marzo al 21 de junio) y verano del 22 junio al 23 de septiembre. Las temporadas de verano e invierno incluyeron la visita a la Isla Guadalupe, además de las 9 que comprenden este trabajo. Las fechas de cada temporada de campo se establecieron con base en las actividades importantes del ciclo anual que las focas comunes realizan en tierra. La reproducción ocurre en invierno y la muda en primavera, según lo reportado en estudios realizados en California, E.U.A. (Scheffer 1974; Reeves *et al.* 1992; Mo *et al.* 2000; Lamont 2002). Las temporadas de verano y otoño, así como la visita a la Isla Guadalupe, se realizaron porque son importantes en el ciclo anual de los otáridos (lobo marino de California y lobo fino de Guadalupe) que se encuentran en la región. Lo anterior se debe a que este trabajo de tesis está incluido en un proyecto más extenso sobre las 4 especies de pinnípedos en México. Los datos obtenidos en las temporadas de verano y otoño, permitieron conocer la tendencia en la abundancia inter-estacional en cada colonia de la foca común.

El trabajo de campo en cada sitio consistió en la circunnavegación de cada isla desde una embarcación menor, con motor fuera de borda. En cada una de las islas se rentaron los servicios de los pescadores locales, excepto en la Isla Benito, donde el apoyo fue sin costo. La Isla Coronados se visitó y circunnavegó en una patrulla interceptora de la SEMAR. Desde la embarcación, se realizaron conteos directos desde lancha (directos-lancha) de las focas, además de las otras tres especies de pinnípedos presentes en la región a una

distancia de 5 a 20 m de la costa y a una velocidad de entre 2 y 3 nudos. Los conteos fueron realizados para las cuatro especies de pinnípedos localizados en las islas, aunque en este trabajo únicamente se reportan los datos obtenidos para foca común. Se utilizaron binoculares 7X50 y 10X50. La mayoría de los conteos directos-lancha, se realizaron por al menos 2 personas. Durante la temporada reproductiva (invierno), fue posible registrar por separado la presencia de madres y crías. Las crías son fácilmente reconocibles por el tamaño y las hembras por la presencia de la cría, ya que siempre se encuentra al lado de su madre (Newby *et al.* 1973). En el resto de las estaciones sólo se registró el total de los individuos (sin distinción de categorías). La posición exacta de los sitios con animales se obtuvo por medio de un GPS. Simultáneamente a los conteos, se realizó un registro fotográfico desde la lancha (fotografía-lancha), a partir del cual se obtuvo un conteo nuevo. También a partir de las fotografías, se obtuvo el tipo de sustrato alrededor de las 9 islas.

Se registró la hora de inicio y término del conteo, las condiciones ambientales (% de cobertura de nubes, temperatura ambiental y Beaufort), la temperatura superficial del mar y la profundidad del disco de Secchi. Cuando fue posible, los conteos se ajustaron a la hora de marea baja y en condiciones de iluminación favorables. Durante la temporada reproductiva (invierno), se realizaron algunos conteos desde tierra (conteos-tierra), para corroborar los conteos directos-lancha y poder observar diferencias entre plataformas de conteo (directos-lancha, fotografía-lancha, fotografía-aérea).

Durante la temporada de invierno se realizó un sobrevuelo en avioneta (Cessna 172), a lo largo de la costa occidental de la Península de Baja California, desde Ensenada, B. C. hasta Bahía Asunción, B. C. S. Durante el sobrevuelo se tomaron fotografías para realizar un conteo de los individuos (fotografía-aérea), así como la posición geográfica de las colonias, utilizando un

GPS. También se sobrevolaron y fotografiaron 7 de las 9 islas (excepto Coronado y Natividad) que se incluyen este trabajo.

5.2 Análisis de datos

5.2.1 Base de datos

Los datos de campo fueron registrados en un formato y capturados en una base de datos diseñada ex profeso, en el programa Microsoft Access. Dicha base de datos contiene distintas tablas, las cuales incluyen datos generales sobre la navegación, los conteos, posiciones de GPS, condiciones ambientales y las fotografías de cada sitio y temporada.

5.2.2 Conteos directos-lancha

A partir de una consulta en la base de datos se obtuvieron los conteos de la Foca común, durante el año de muestreo. Debido a que la mayoría de los conteos fueron realizados por al menos dos observadores, se realizó la prueba de repetibilidad propuesta por Lessells y Boag (1987). Esta prueba permite obtener el grado de similitud o diferencia entre los contadores. Este análisis fue realizado con ayuda del programa SPSS 17.0. (PASW Statistics 17.0 2009), el cual utiliza la siguiente serie de ecuaciones:

$$r = \frac{S^2_A}{(S^2 + S^2_A)} \quad (1)$$

Donde:

r = repetibilidad

$S^2 = MS_w$ (Cuadrados Medios) Componente de la varianza dentro de los grupos

S^2_A = Componente de la varianza entre los grupos y se calcula de la siguiente manera:

$$S^2_A = (MS_A - MS_w) / n_0 \quad (2)$$

Donde:

MS_w = Componente de la varianza dentro de los grupos

MS_A = Componente de la varianza entre grupos

n_0 = Coeficiente relacionado al tamaño de muestra de los individuos, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$n_0 = \left[\frac{1}{(a-1)} \right] \cdot \left[\sum_{i=1}^a n_i - \frac{\left(\sum_{i=1}^a n_i^2 \right)}{\sum_{i=1}^a n_i} \right] \quad (3)$$

Donde:

a = número de grupos

n_i = tamaño de muestra de cada grupo

En este estudio, un grupo se consideró a los animales que fueron contados en cada una de las playas. Mientras que el tamaño de muestra se refiere al número de veces que fue contado cada grupo (depende del número de observadores por en cada salida).

Los valores de repetibilidad van de 0 (variabilidad alta entre contadores) a 1 (variabilidad baja entre contadores). Si el valor de repetibilidad es menor a 0.95, es posible eliminar a los contadores que presenten la mayor diferencia en el conteo (Lessells y Boag 1987) ya que el 0.95 es el porcentaje de similitud recomendable entre cada par de conteos analizados, según Lessells y Boag. Posteriormente, para obtener un solo dato por cada conteo, se calculó la media de cada réplica y éstos fueron los datos utilizados para la estimación de abundancia.

5.2.3 Fotografía-lancha y fotografía-aérea

En los sitios de colonias muy grandes o extensas, el registro fotográfico se realizó en secuencia, donde cada fotografía se traslapa con otra en al menos un 10%.

5.2.3.1 Secuencias:

Fue necesario generar una sola fotografía a partir de varias de ellas (secuencia), para evitar la duplicidad en los conteos. La construcción de éstas se realizó por medio del programa PTAssembler 5.0, (Tawbaware 2009) en el cual se agregan varias fotografías y éste busca similitudes para unir las.

5.2.3.2 Conteos:

Las secuencias se analizaron con el programa Image Pro 6.0. (Media Cybernetics Inc. 2006). Este programa permite colocar un punto sobre cada individuo en la imagen y genera una tabla de conteo con cada registro.

Los datos obtenidos de los conteos directos-lancha y los conteos de fotografías-lancha fueron comparados para determinar el método más conveniente de utilizar para esta especie y zona de estudio.

5.2.4 Abundancia

5.2.4.1 Estimación de abundancia por estaciones y absoluta

La abundancia absoluta y por estaciones fue estimada a partir de conteos independientes desde diferentes plataformas (directos-lancha, fotografía-lancha, fotografía-aérea). La abundancia total se estimó a partir de datos de invierno utilizando conteos directos-lancha (todas las islas) más conteos de fotografía-aéreas, estos últimos sólo para la costa de la península. Para comparar y determinar cuál plataforma fue la más efectiva para realizar conteos de Foca común en la zona, se compararon los conteos directos-lancha y fotografía-

lancha entre las cuatro temporadas, así como algunos conteos directos-tierra (sólo invierno).

Con base en trabajos anteriores sobre la estimación de abundancia de la foca común, se utilizaron los dos estimadores que más se ajustaron a los datos de este trabajo.

La estimación de abundancia estacional se obtuvo al aplicar la ecuación propuesta por Oleskius y colaboradores (1990) sólo a los conteos-directos, debido a que son los datos que se hicieron con réplicas (más de un contador). Actúa bajo los supuestos de que cada individuo tiene una probabilidad finita de ser contado, pero es poco probable que todos los individuos hayan sido contados debido a que se encuentran en el mar al momento del conteo. Mencionan que los conteos sólo representan una proporción de la población, ya que los conteos están afectados por varios factores, como por ejemplo los ambientales.

La ecuación es:

$$N = C \cdot P^{-1} \quad (4)$$

Donde:

N = Estimación de la población de focas en cada estación

C = Conteo corregido de acuerdo a la prueba de repetibilidad (Ecuación 1)

P = Proporción de focas contadas durante el conteo, la cual se calcula de la siguiente manera al utilizar conteos con réplicas (Ecuación 5).

$$P = \frac{\bar{C}}{[C_{\max} + (C_{\max} - C_{\max-1})]} \quad (5)$$

Donde:

$\bar{C}$ = Media de los conteos

$C_{\max}$ = Conteo máximo dentro de las réplicas

$C_{\max-1}$ = Segundo conteo más alto

El valor de P es sustituido en la ecuación 4 para obtener la abundancia estacional con los datos ya corregidos.

Para la correcta presentación de los datos obtenidos después de aplicar las ecuaciones 4 y 5 se utilizó una notación basada en la estratificación de espacio y tiempo. Se determinó el subíndice j , el cual indica una variable de espacio, es decir cada una de las islas estudiadas. El subíndice t , el cual indica una variable de tiempo, es decir cada una de las temporadas analizadas. Se utilizaron las siguientes variables modificadas de las ecuaciones previamente mencionadas:

Donde:

$\bar{C}_{jt}$ = Indica cada uno de los conteos realizados en cada isla (j) y cada temporada (t)

$\bar{P}_{jt}$ = Indica la proporción calculada de individuos en tierra en cada isla (j) y en cada temporada (t).

N_{jt} = Indica la estimación de la población en cada isla (j) y en cada temporada (t).

$\bar{N}_{jt}$ = Indica el cálculo de la abundancia estacional en cada isla (j) y en cada temporada (t).

5.2.4.2 Estimación de abundancia absoluta

La estimación final de la abundancia absoluta consistió en aplicar un factor de corrección cuyo propósito principal es incluir a los animales que se encontraban en el agua al tiempo del conteo. Se utilizó el factor de corrección calculado por Huber y colaboradores (2001), que equivale a 1.53 con un error de 0.1. Por lo tanto, el valor “ajustado” de los conteos (directos-lancha y fotografía-aérea) se multiplicó por 1.53 para la temporada de invierno, que corresponde a la temporada reproductiva en México. Esto debido a que dicho factor fue estimado para la temporada reproductiva. Los conteos de fotografía-aérea obtenidos del conteo de la costa fueron, agregados a los datos obtenidos a partir de directo-lancha en las islas, para tener una estimación completa de la abundancia absoluta de la población en México.

5.2.5 Distribución

5.2.5.1 Sistema de Información Geográfica

Se generó un Sistema de Información Geográfica (SIG) donde se incluyó información en distintas capas dentro del programa Arc Gis 9.3.

Se contó con mapas base digitalizados, de cada una de las islas y costa y que incluyen la batimetría de la zona. En estos mapas se realizó la clasificación del tipo de sustrato de cada playa, alrededor de las islas y con ayuda de las fotografías de campo.

Durante el trabajo de campo se registró la posición geográfica de cada sitio donde se observaron animales, y posteriormente se corroboraron las posiciones de las fotografías-lancha, con ayuda del programa Robogeo 3.1 (Preteck Inc. 2006). Este programa calcula las coordenadas a partir de datos del GPS y la hora en que fue tomada cada fotografía.

Para este análisis, se definió una colonia como el grupo de focas que ocupan un sitio dividido naturalmente por la topografía de la costa (Harkonen y Harding 2001). Es decir, una playa de arena, de grava o de canto rodado, dividida por interrupciones de rocas o acantilados; también rocas aisladas o plataformas de roca (continuación del acantilado). En este caso, la colonia se considera como un individuo o más. El tamaño de las colonias varía de acuerdo a la temporada de muestreo, por lo que fue necesario unificar la simbología en los mapas para poder observar tendencias; con este propósito, se realizó un histograma de frecuencias. Posteriormente se calculó el sesgo (Sk) de los datos con respecto al tamaño de la colonia, por medio de la ecuación 6, además del cálculo del coeficiente de sesgo con la ecuación 7 (Weaver 2005).

$$Sk = \bar{X} - Ma \quad (6)$$

Donde:

Sk = Sesgo de los datos

$\bar{X}$ = Media

Ma = Mediana de los datos.

$$Coef.deSk = \frac{3 * (\bar{X} - Ma)}{\sigma} \quad (7)$$

Donde $\bar{X}$ es la media de los datos, Ma es la mediana y σ es la desviación estándar.

Si el resultado de Sk es un número positivo, indica que la media es mayor que la mediana. Los datos están sesgados positivamente, es decir, números bajos son más frecuentes dentro de los datos analizados. Si el resultado de Sk es un número negativo, indica que la media es menor que la mediana; los datos están sesgados negativamente, es decir, los números altos son más frecuentes dentro de los datos analizados. El cálculo del sesgo es una

forma indirecta de poder determinar qué tipo de datos se tienen y cuáles deben ser analizados de manera más fina (Weaver 2005).

5.2.5.2 Factores que afectan la distribución

5.2.5.2.1 Sustrato:

Se calculó el porcentaje de cobertura de cada tipo de sustrato presente en cada una de las 9 islas. Por medio del programa Arc Gis 9.3, se midieron los metros lineales que cubre cada sustrato en la costa insular. Los tipos de sustrato fueron clasificados en 4 categorías de acuerdo a la escala granulométrica de Wenworth (Krumbein y Sloss 1963):

- Roca: Tamaño de grano > de 256 cm.
- Canto Rodado: Tamaño de grano de 6 y 25 cm.
- Grava: Tamaño de grano de 2 mm a 6 cm.
- Arena: Tamaño de grano de 0.06 a 2 mm.
- Otros: Playas donde se observan combinaciones de dos o más tipos de sustrato: Arena/Canto, Arena/Roca, Arena/Grava, Canto/Roca, Grava/Roca y Arena/Grava/Roca.

5.2.5.2.2 Exposición al oleaje:

Con base en la orientación de la isla, se clasificaron regiones expuestas y no expuestas en las 9 islas de estudio. El lado oeste de las islas, al igual el lado norte, se ven constantemente golpeados por los vientos dominantes del noroeste que vienen sin obstáculos del océano Pacífico (Castro y Martínez 2009) y el oleaje generado por los mismos (Stewart *et al.* 1999). En el lado este el mar es más tranquilo, protegido de los vientos dominantes del noroeste (Castro y Martínez 2009) y el oleaje generado por los mismos (Stewart *et al.* 1999) debido a la topografía de cada una de las islas.

6. RESULTADOS

6.1 Conteos

6.1.1 Conteos directos-lancha

El trabajo de campo en el año de muestreo (otoño 2008 a verano 2009) incluyó 43 días y 121 horas efectivas de esfuerzo (Tabla I). El inicio de esfuerzo fue registrado en el campo en el momento en que comenzó el primer conteo de cada isla. Se registraron un total de 1,404 conteos directos-lancha los cuales comprenden las 9 islas que comprenden el área de estudio é incluyen las cuatro especies de pinnípedos de la zona.

Para la temporada de otoño se utilizaron 7 días con un total de 20 horas de esfuerzo para contar a los individuos en las cinco islas visitadas y se registraron un total de 88 conteos (Tabla 1).

En el caso de la temporada de invierno se utilizaron 12 días con un total de 31 horas de esfuerzo para realizar el conteo en las nueve islas que abarca el área de estudio y se registraron 567 conteos. Mientras que para la primavera se utilizaron 12 días con un total de 36 horas de esfuerzo para contar el mismo número de islas y se registraron 345 conteos. Finalmente para la temporada de verano se utilizaron 12 días con un total de 34 horas de esfuerzo, 411 conteos. Cabe mencionar que todos los conteos incluyen las 4 especies de pinnípedos incluidas en el proyecto principal.

El trabajo de campo contó con el apoyo de 9 contadores, los cuales participaron en una o más ocasiones. La mayoría de los conteos directos-lancha cuentan con réplica.

Tabla I: Fechas en las que fueron realizadas cada una de las visitas a las islas del área de estudio. Los recuadros negros indican islas que no fueron visitadas en alguna temporada o desde alguna plataforma.

ISLA	OTOÑO	INVIERNO	CONTEO AÉREO	PRIMAVERA	VERANO
Coronado	29-Oct-08	04-Feb-09		03-Jun-09	28-Ago-09
Todos Santos	04-Nov-08	18-Mar-09	20-Mar-09	08-Jun-09	20-Ago-09
San Martín	19-Oct-08	19-Feb-09	20-Mar-09	19-Jun-09	08-Jul-09
San Jerónimo	18-Oct-08	20-Feb-09	20-Mar-09	18-Jun-09	09-Jul-09
San Benito Oeste	17-Oct-08	21-Ene-09	19-Ene-09	22-May-09	07-Ago-09
San Benito Centro	16-Oct-08	22-Ene-09	19-Ene-09	21-May-09	07-Ago-09
San Benito Este	15-Oct-08	23-Ene-09	19-Ene-09	21-May-09	08-Ago-09
Cedros		18-Ene-09	19-Ene-09	25-26 May-09	5,6,10 Ago-09
Natividad		29-Ene-09		24-May-09	09-Ago-09
San Roque		10-Feb-09	04-Mar-09	17-May-09	10-Jul-09
Asunción		10-Feb-09	04-Mar-09	17-May-09	10-Jul-09

El análisis de repetibilidad para evaluar el grado de similitud entre diferentes contadores, se presenta en la Tabla II. Se puede observar que la mayoría de las combinaciones arrojan un valor mayor de 0.95 excepto en tres casos.

Tabla II: Análisis de repetibilidad realizado en el programa SPSS 17.0. Se asignaron letras a cada contador para poder observar las diferentes combinaciones utilizadas durante el trabajo de campo. La mayoría de los datos son mayores a 0.95. Los recuadros grises indican las combinaciones de observadores con una repetibilidad menor a 0.95.

Contadores	Repetibilidad
A-B	0.98
A-B-H	0.75
B-C	0.98
A-D	0.93
B-C-D	0.99
B-C-E-F	0.95
B-C-E	0.98
B-I	0.99
E-G	0.99
A-G	0.97
A-E	0.97
B-D	0.94

En la Tabla III se presentan los totales de los conteos desde diferentes plataformas, realizados durante un año de muestreo. Para la estación de otoño fueron visitadas un total de 5 islas y la isla con mayor número de individuos es Isla San Martín con un total de 177 individuos, seguida por las Islas Todos Santos con 150 individuos y las islas con menos individuos son las Islas San Benito con sólo un individuo observado dentro de los conteos directos-lancha.

Durante invierno se visitaron las 9 islas que abarca el área de estudio y en todos los casos se observó la presencia de crías. La isla con mayor número de individuos es Isla San Jerónimo, con un total de 795 individuos, seguido por Isla Natividad y San Roque con 564 y 554 individuos respectivamente. Las islas con menor número de individuos son nuevamente las Islas San Benito con 45 individuos, principalmente en las islas este y oeste (Tabla III).

Tabla III: Totales de conteos directos-lancha, conteos fotografía-lancha, conteos-tierra y conteos fotografía-aérea en cada una de las islas y costa del área de estudio para cada temporada del año de muestreo. Las celdas marcadas de color negro indican ausencia de datos. Los datos de los conteos directos-lancha y de los conteos-tierra se obtuvieron de los promedios de los observadores presentes en cada salida. Los datos de los conteos fotografía-lancha provienen del análisis realizado por un solo contador, al igual que los datos de conteos fotografía-aérea. Los recuadros grises indican los datos en los que los conteos directos-lancha son mayores a los conteos de fotografía-lancha.

ISLA	OTOÑO		INVIERNO				PRIMAVERA		VERANO	
	Directos Lancha	Fotografías Lancha	Directos Lancha	Fotografías Lancha	Conteos Tierra	Fotografía Aérea	Directos Lancha	Fotografías Lancha	Directos Lancha	Fotografías Lancha
Coronado	111	58	204	321			244	312	120	202
Todos Santos	150	188	346	479		278	279	229	73	61
San Martín	177	91	194	155	126	119	157	151	108	100
San Jerónimo	85	31	795	531	665	979	414	664	210	368
Cedros			182	97		27	479	635	212	256
Benito	1	5	45	46		10	22	29	0	0
Natividad			564	757			408	554	421	468
San Roque			554	639	151	263	507	781	98	73
Asunción			211	278		206	152	272	16	21
Costa						1724				

La primavera es la siguiente temporada que presenta los conteos más altos. La isla con mayor número de individuos durante la primavera se encontró en Isla San Roque con 507 individuos, seguida por Isla Cedros, San Jerónimo y Natividad con 479, 414 y 408 individuos respectivamente. La isla con menor número de individuos se encontró en Isla San Benito con un total de 22 (Tabla III).

En verano se censaron las nueve islas que abarca el área de estudio. La colonia más grande que se contó fue en Isla Natividad con 421 individuos, seguida por las Islas San Martín y San Jerónimo con 210 y 212 individuos respectivamente. La isla con menor número de individuos fue Isla Asunción con 16 individuos. En las Islas San Benito no se observaron individuos (Tabla III).

6.1.2 Conteos desde fotografía-lancha, conteos-tierra y fotografía-aérea

El 66% de los conteos fotografía-lancha son mayores que los conteos directos-lancha (Tabla III) al considerar todo el año de muestreo. Durante la temporada de invierno se obtienen valores mayores a partir de conteos directos-lancha (Tabla III). En el caso de Isla San Martín, durante las cuatro temporadas visitadas, los conteos directos-lancha son mayores que los conteos de las fotografías-lancha.

Los conteos-tierra en todos los casos fueron menores al ser comparados con los conteos directos-lancha (Tabla III). Por otro lado, los conteos de fotografías-aéreas mostraron en su mayoría ser menores a los conteos directos-lancha (Tabla III). Una excepción se observa en Isla San Jerónimo, donde los resultados son inversos, es decir, los conteos de fotografía-aéreas son mayores a los conteos directos-lancha.

Durante las observaciones de campo fue posible reportar las Islas Coronado, Todos Santos, San Martín, San Jerónimo, Cedros, San Benito,

Natividad, San Roque y Asunción como colonias reproductivas debido a la presencia de crías. El mayor número de crías se observó en Isla San Roque con un 19.68%, seguida por la Isla San Jerónimo con 18.74% e Isla Natividad con 12.77%.

Los datos muestran el mayor número de crías en la Isla San Jerónimo, la cual fue visitada el 20 de febrero 2009; mientras que el menor número de crías se observa en las Islas San Benito, las cuales fueron visitadas los días 21-24 de enero. Mientras que en Isla Cedros no encontramos ninguna cría, la cual también fue visitada dentro de la segunda quincena de enero (21-24). En la Tabla I es posible observar las fechas en las que fueron realizados los conteos-terra ya que fueron realizados el mismo día que los conteos directos-lancha.

6.2 Estimación de abundancia

6.2.1 Estimación de abundancia por estaciones

El método utilizado para estimar la abundancia por estaciones fue el propuesto por Oleskius y colaboradores (1990). En éste se utilizan los conteos con réplicas; los cuales representan el 81% (26 de 32), al considerar únicamente los conteos en los que se registró la presencia de *P.v.richardsi*.

En la Tabla IV se observa la estimación de abundancia a partir de los conteos directos-lancha. Podemos observar que la mayor abundancia en toda la zona de estudio ocurre en la temporada de invierno con un total de 4,686 individuos, seguida por la primavera y el verano con 3,143 y 1,528 individuos respectivamente. En contraste, la abundancia estacional mínima se observa en la temporada de otoño con 547 individuos.

La isla que presenta mayor abundancia en el otoño es Isla San Martín con 177 individuos, mientras que la menor abundancia para esta temporada la encontramos en las Islas San Benito con tan sólo un individuo observado. Para

la temporada de invierno la mayor abundancia se encuentra en Isla San Jerónimo con 961 individuos y la mínima se observa nuevamente en las Islas San Benito con un total de 60 individuos. En la temporada de primavera la mayor abundancia se encuentra en Isla San Roque con 611 individuos, seguida por Isla San Jerónimo e Isla Cedros con 548 y 529 individuos respectivamente, con una abundancia mínima de nuevo en las Islas San Benito. En el caso del verano, la mayor abundancia se observa en Isla Natividad con 519 individuos y una abundancia mínima en Isla Asunción con 25 individuos observados. En las Islas San Benito no se observó ningún individuo durante esta temporada.

6.2.2 Estimación de abundancia absoluta

El método seleccionado para estimar la abundancia absoluta de la foca común en México fue el factor de corrección calculado por Huber y colaboradores (2001), el cual equivale a 1.53, y sólo se aplicó para el invierno, que es la temporada reproductiva. En la Tabla V se muestra la estimación de abundancia a partir de los datos obtenidos al aplicar dicho factor en los conteos directos-lancha y en el caso de la costa, fotografía-aérea. Se obtuvo una abundancia total de 6,460 (± 646) individuos en toda su distribución en México.

La isla que presenta mayor abundancia absoluta es Isla San Jerónimo con un total de 1,216 (± 122) individuos, seguida por las islas Natividad y San Roque con 863(± 86) y 848 (± 85) individuos respectivamente.

Tabla IV: Estimación de abundancia de la Foca Común (por isla, por estación y total por estación) mediante conteos directos-lancha Las celdas en color negro son islas de las cuales no se tienen datos debido a que no fueron visitadas en alguna estación. Las celdas de color gris indican los conteos en donde únicamente se tiene un contador, por lo que se coloca el total de los animales contador por el observador presente, sin poder aplicar la ecuación propuesta por Oleskius *et al.* 1990. $\bar{C}_{jt}$ Representa cada uno de los conteos realizados en cada isla (j) y cada temporada (t). $\bar{P}_{jt}$ Es la proporción calculada de cada isla (j) y en cada temporada (t). N_{jt} Es igual a cada conteo ya corregido con base a las variables anteriores. N_{jt} Es el cálculo de la abundancia absoluta en el caso de invierno y abundancia estacional en el resto de las temporadas.

	OTOÑO				INVIERNO				PRIMAVERA				VERANO			
	# Contadores	$\bar{C}_{jt}$	$\bar{P}_{jt}$	$\bar{N}_{jt}$	# Contadores	$\bar{C}_{jt}$	$\bar{P}_{jt}$	$\bar{N}_{jt}$	# Contadores	$\bar{C}_{jt}$	$\bar{P}_{jt}$	$\bar{N}_{jt}$	# Contadores	$\bar{C}_{jt}$	$\bar{P}_{jt}$	$\bar{N}_{jt}$
Coronado	1			111	2	165.5	0.7	293	3	243.7	0.88	274	2	117	0.77	159
Todos Santos	2	144.5	0.9	173	1			346	2	276	0.85	315	2	68.5	0.7	103
San Martín	1			177	2	193.5	0.7	225	4	146.9	0.78	186	3	109	0.71	136
San Jerónimo	1			85	2	785.5	0.86	961	4	413.8	0.82	548	3	209.7	0.8	247
San Benito	1			1	2	48	0.85	60	2	21.5	0.96	23	2	0	0	0
Cedros					2	91.5	0.91	105	2	474.5	0.94	529	2	209	0.91	254
Natividad					1			564	2	404	0.81	494	2	420	0.73	519
San Roque					2	556.5	0.79	687	2	504.5	0.81	611	3	99	0.66	145
Asunción					2	241.5	0.8	318	3	150.6	0.95	163	3	16	0.61	25
Costa					1			1127								
$\sum N_{jt}$				547				4,686				3,143				1,588

Tabla V: Estimación de abundancia absoluta durante la temporada de invierno, utilizando el factor de corrección de Huber y colaboradores (2001) (1.53 ± 0.1) con datos de los conteos directos-lancha en las islas y los conteos de fotografía-aérea en la costa.

Isla	Conteo directos-lancha	Corregidos $1.53(\pm 0.1)$
Coronados	204	312 (± 31)
Todos Santos	346	529(± 53)
San Martín	194	297(± 30)
San Jerónimo	795	1216(± 122)
San Benito	45	69(± 7)
Cedros	182	278(± 28)
Natividad	564	863(± 86)
San Roque	554	848(± 85)
Asunción	211	323(± 32)
Costa	935	1431(± 143)
TOTAL	4030	6166(± 617)

6.3 Distribución

6.3.1 Sistema de Información Geográfica

Con base en la caracterización de la costa insular, se encontró que 8 de las 9 islas están conformadas principalmente por sustrato rocoso (Tabla VI), aunque cabe resaltar que en esta categoría se incluyen zonas de grandes acantilados, playas rocosas y rocas aisladas. Estas zonas son de gran importancia ya que albergan a la mayoría de las colonias de foca común en esta región (Tabla VI).

Algunas islas presentan playas arenosas de gran extensión como es el caso de Isla Cedros, una localizada del lado oeste de la isla y la otra en el extremo sur de la isla (Figura 23). En estas playas arenosas no se encuentran colonias de focas (Tabla VII).

Islas como Todos Santos y San Benito Este presentan playas de canto rodado, éstas no son de gran extensión pero son numerosas, algunas de ellas habitadas por colonias de focas (Tabla VI).

La mayoría de las islas presentan playas que se conforman por más de un tipo de sustrato. Existen diversas combinaciones; se pueden encontrar playas arenosas con rocas en medio o playas de arena junto al mar y de canto rodado hacia la isla (Tabla VI).

Tabla VI: Tipo de sustrato y su porcentaje de cobertura en cada una de las islas del área de estudio, porcentaje calculado de foca común presentes en cada uno de ellos los cuales fueron obtenidos de los conteos directos-lancha. R=Roca, A=Arena, C=Canto Rodado, G=Grava y Otro=Combinación de dos o mas tipos de sustrato. Los recuadros negros indican las islas que no fueron visitadas en alguna temporada.

ISLA	TIPO DE SUSTRATO	COBERTURA (%)	NÚMERO DE INDIVIDUOS (% POR ISLA)			
			OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO
CORONADO	R	91	96	98	97	95
	A	3	2	2	1	0
	C	0	0	0	0	0
	OTRO	6	2	0	2	5
TODOS SANTOS	R	76	73	66	68	39
	A	0	0	0	0	0
	C	21	27	32	31	61
	OTRO	2	0	2	1	0
SAN MARTÍN	R	97	99	15	68	56
	A	3	1	85	32	44
	C	0	0	0	0	0
	OTRO	0	0	0	0	0
SAN JERÓNIMO	R	66	99	88	86	70
	A	3	0	7	0	0
	C	8	1	4	3	9
	OTRO	23	0	1	11	21
SAN BENITO OESTE	R	63	100	100	100	0
	A	11	0	0	0	0
	C	7	0	0	0	0
	OTRO	20	0	0	0	0
SAN BENITO CENTRO	R	34	0	0	100	0
	A	10	0	0	0	0
	C	9	0	0	0	0
	OTRO	47	0	0	0	0

Tabla VI: Continuación.

SAN BENITO ESTE	R	81	100	100	100	0
	A	8	0	0	0	0
	C	11	0	0	0	0
	OTRO	0	0	0	0	0
CEDROS	R	57		98	95	93
	A	20		0	0	0
	C	15		1	0	0
	OTRO	8		1	5	7
NATIVIDAD	R	52		61	73	69
	A	16		7	4	8
	C	14		21	4	6
	OTRO	18		11	19	17
SAN ROQUE	R	63		71	52	28
	A	33		10	21	44
	C	0		0	0	0
	OTRO	4		19	27	28
ASUNCIÓN	R	42		93	76	90
	A	8		2	0	0
	C	9		5	0	0
	OTRO	41		0	24	10

En la tabla VII se observa que la mayoría de las colonias están formadas por pocos individuos. Por medio del cálculo de sesgo se determinaron las clases para colocar la misma simbología en todos los mapas.

Tabla VII: Parámetros utilizados para calcular el sesgo de los tamaños de colonia que permitieron unificar la simbología en los mapas. Los cálculos se realizaron utilizando las ecuaciones 4 y 5.

Media	Mediana	Sesgo	Desviación Estandar	Coficiente de sesgo
$\bar{X}$	Ma	Sk	$\bar{S}$	Sk
15	5	10	27	1.12

En la Figura 3 se observan las frecuencias de los diferentes tamaños de las colonias contadas en las fotografías. La mayor frecuencia se observa en individuos solitarios, seguidos por colonias de dos y tres individuos. Las colonias de más de 50 individuos tienen porcentajes muy bajos; el grupo mayor (262

individuos), sólo se presentó en una ocasión. La simbología que se utilizó consiste en colonias de diez en diez individuos hasta llegar a los 50 y mas, los cuales son menos frecuentes.

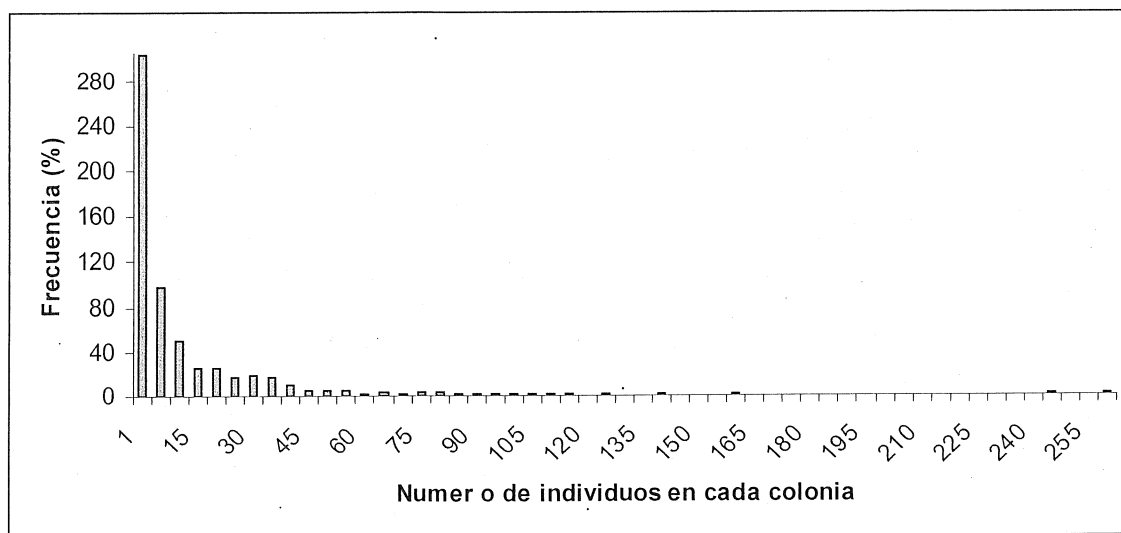


Figura 3: Histograma de frecuencias con datos de los conteos de fotografías para determinar una simbología comparable entre temporadas (otoño, invierno, primavera, verano).

6.3.1.1 Islas Coronado

Las Islas Coronado presentan principalmente sustratos rocosos, con dos playas pequeñas de arena y una en el sur de la isla más grande donde se combinan roca y arena (Tabla VI, Fig. 4).

Durante la temporada de otoño las colonias son pequeñas, con el mayor porcentaje de individuos solos dispersos en las 4 islas. Las colonias más grandes (hasta 8 individuos) se localizadas en la isla sur del lado oeste (expuesto a mayor oleaje; Fig.4).

Para la temporada de invierno el número de colonias aumenta, con mayor separación entre ellas (Fig.5). Se observa la presencia de colonias con mayor número de individuos, la colonia más grande con 141 individuos se localiza en la isla sur del lado este (protegido del oleaje), en zona rocosa, al igual que el resto de las colonias. La isla más al norte es la única que no presenta individuos.

En la Figura 6 se observa la distribución de las colonias para la temporada de primavera. Hay presencia de focas en las 4 islas, con individuos muy separados. La mayoría de las colonias son pequeñas (<10 individuos) las cuales se encuentran principalmente en zonas rocosas de ambos lados de la isla sur.

Durante la temporada de verano (Fig. 7) la isla con mayor número de individuos es nuevamente la isla sur; con individuos a ambos lados de la isla, pero la mayoría concentrados en el lado este. Se encontraron individuos solitarios en la isla norte y centro en playas rocosas. La colonia más grande con 49 individuos se encuentra del lado protegido de la isla sur, en una zona rocosa.

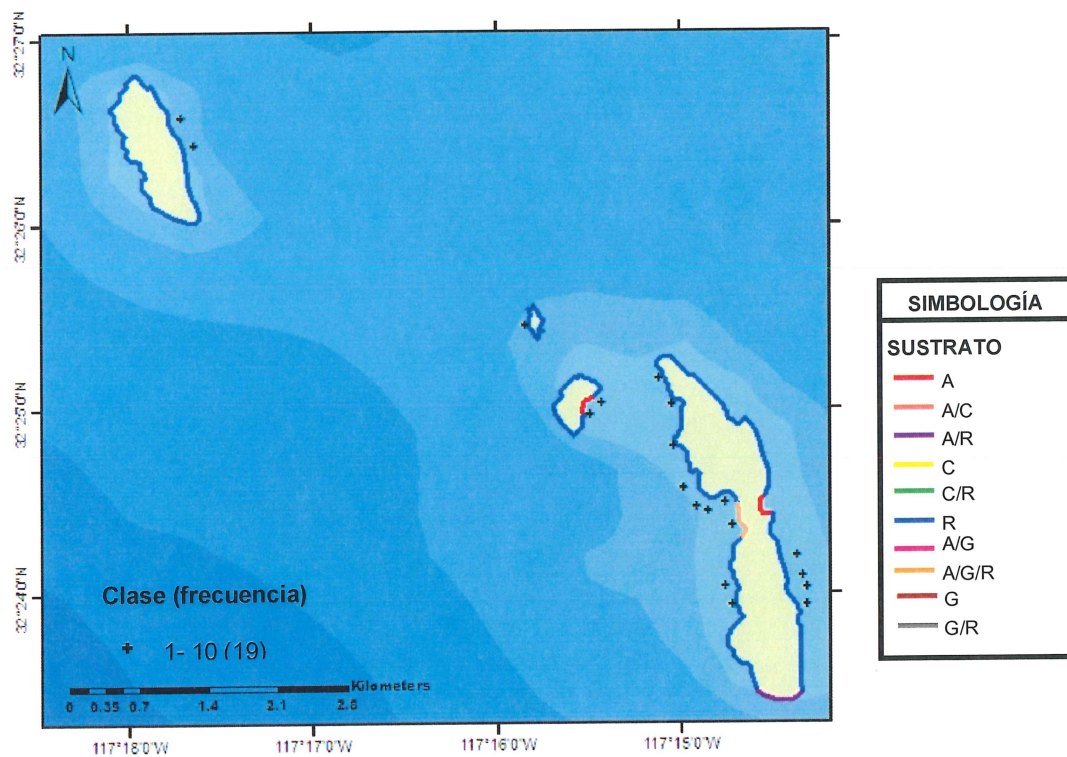


Figura 4: Distribución de las colonias en las Islas Coronado durante la temporada de otoño, basado en los conteos directos-lancha.

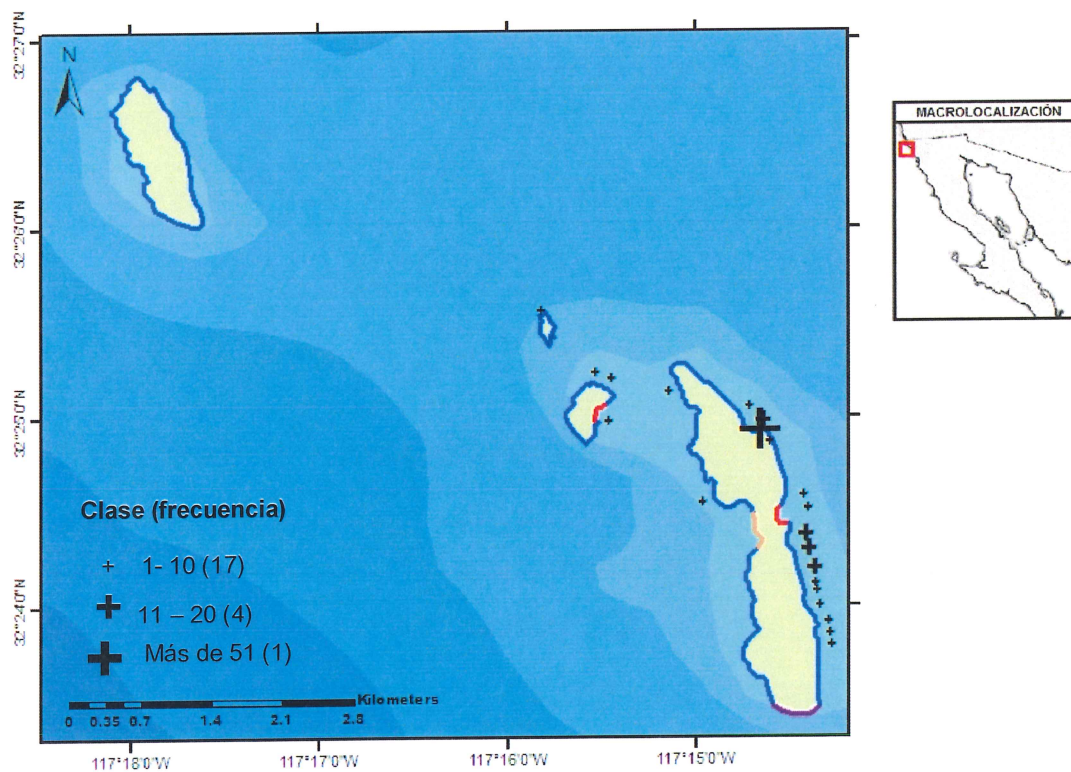


Figura 5: Distribución de las colonias en las Islas Coronado durante la temporada de invierno, basado en los conteos directos-lancha.

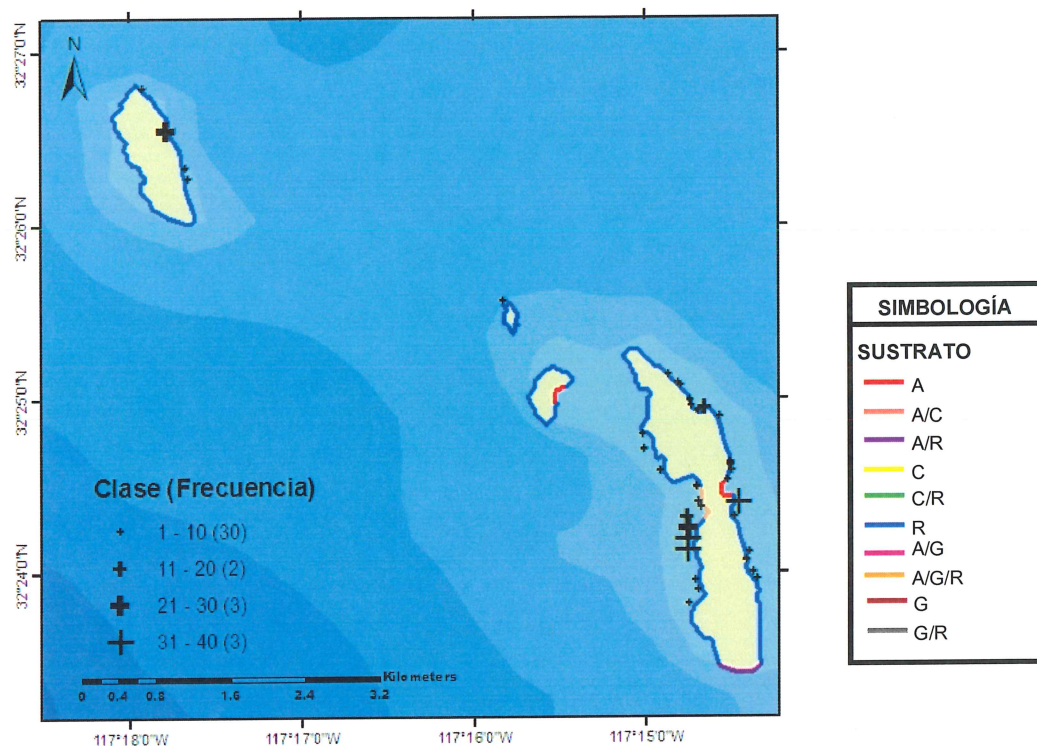


Figura 6: Distribución de las colonias en las Islas Coronado durante la temporada de primavera, basado en los conteos directos-lancha.

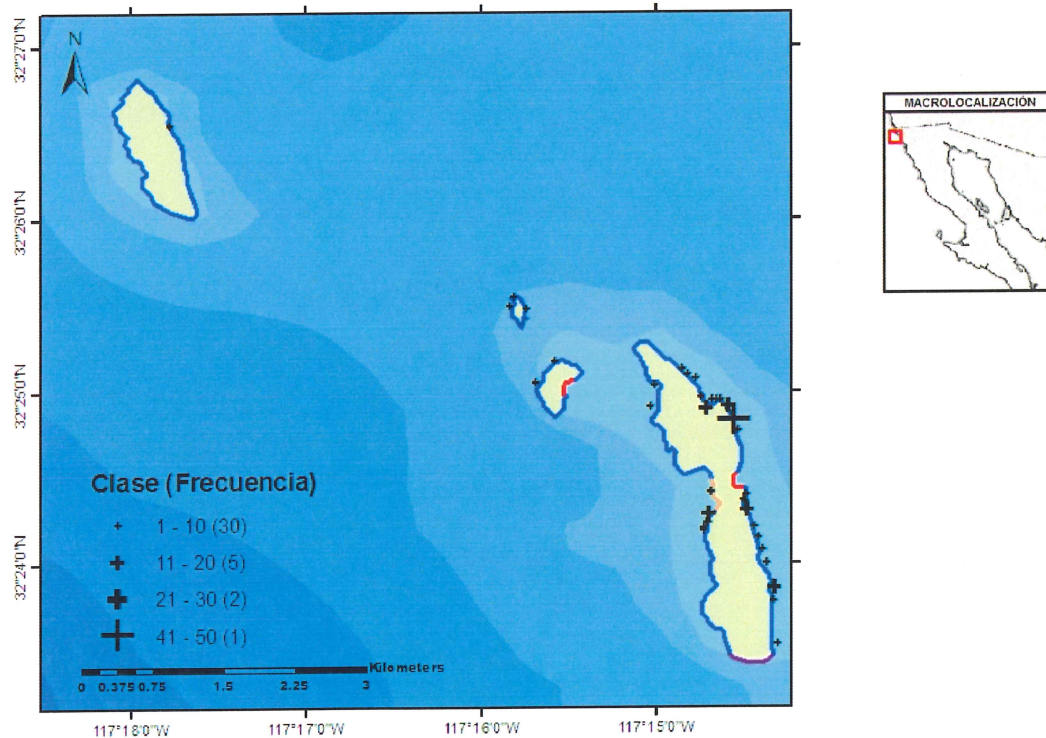


Figura 7: Distribución de las colonias en las Islas Coronado durante la temporada de verano, basado en los conteos directos-lancha.

6.3.1.2 Islas Todos Santos

Las Islas Todos Santos están conformadas en su mayoría por sustrato rocoso. Presenta algunas playas de canto rodado y playas en las que se combina más de un tipo de sustrato como grava/roca, entre otras (Tabla VI, Fig.8).

En la Figura 8 se observa la distribución de las colonias en la temporada de otoño. La mayoría se encuentran en la isla sur de ambos lados. Las colonias más comunes se encuentran dentro de la clase de 1 a 10 individuos, principalmente en zonas rocosas, mientras que la colonia más grande tiene 31 individuos y se localiza en una playa de canto rodado. En ambas islas se observa un gran número de colonias pequeñas. En la Isla Norte únicamente se observan colonias pequeñas y en playas de canto rodado del lado protegido (noreste).

Para la temporada de invierno la distribución es distinta (Fig. 9). Con mayor concentración de colonias en la Isla Norte, se puede observar desde colonias pequeñas hasta dentro de la clase de 21 a 30 individuos del lado protegido en playa de canto rodado. Además de individuos en la parte rocosa más al norte de esta isla. En la isla sur se encuentra la colonia más grande con 58 individuos del lado expuesto en una zona rocosa.

Para la primavera (Fig. 10) se observa una gran separación de colonias a lo largo de la isla sur, sobre todo del lado protegido con colonias de hasta 58 individuos tanto en zonas rocosas como en las playas de canto rodado. Aunque también se observan muchos individuos solitarios o formando colonias de menos de 10 individuos, los cuales principalmente se encuentran en rocas aisladas.

Para el verano, (Fig. 11) las colonias son pequeñas, con el mayor porcentaje de individuos solitarios o en colonias menores a 5 individuos. La colonia más grande se encuentra en la isla sur del lado este (protegido del oleaje) en zonas rocosas con 12 individuos, seguidas por colonias de 7 y 6 individuos un poco más al norte.

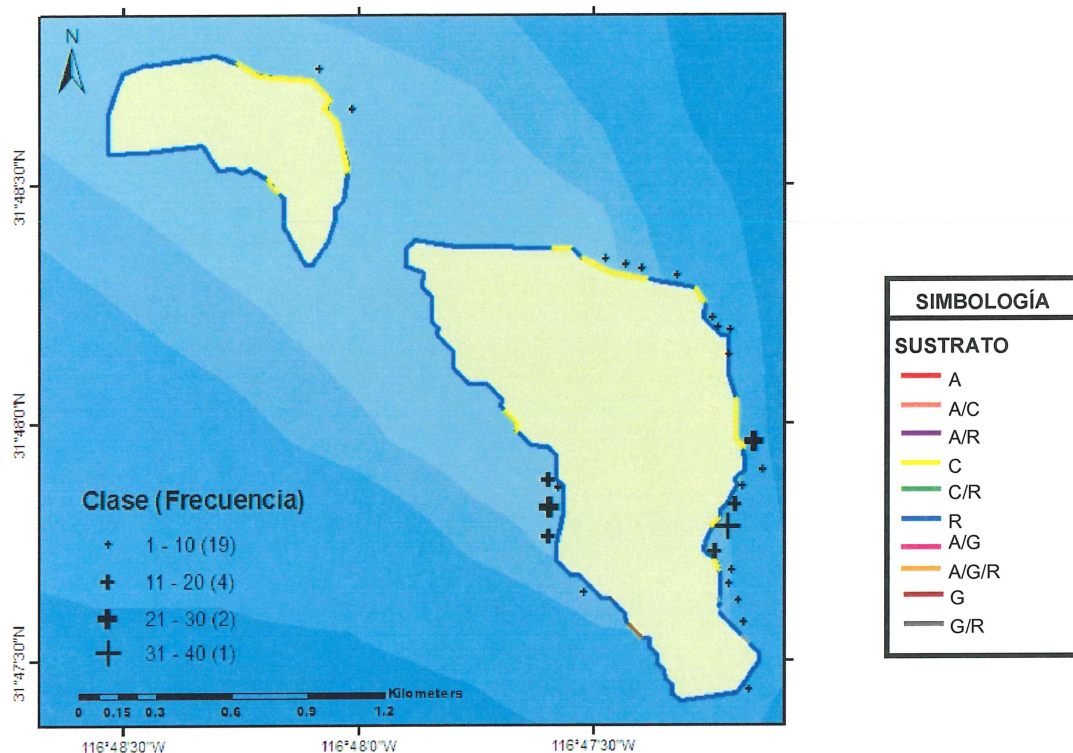


Figura 8: Distribución de las colonias en las Islas Todos Santos durante la temporada de otoño, basado en los conteos directos-lancha.

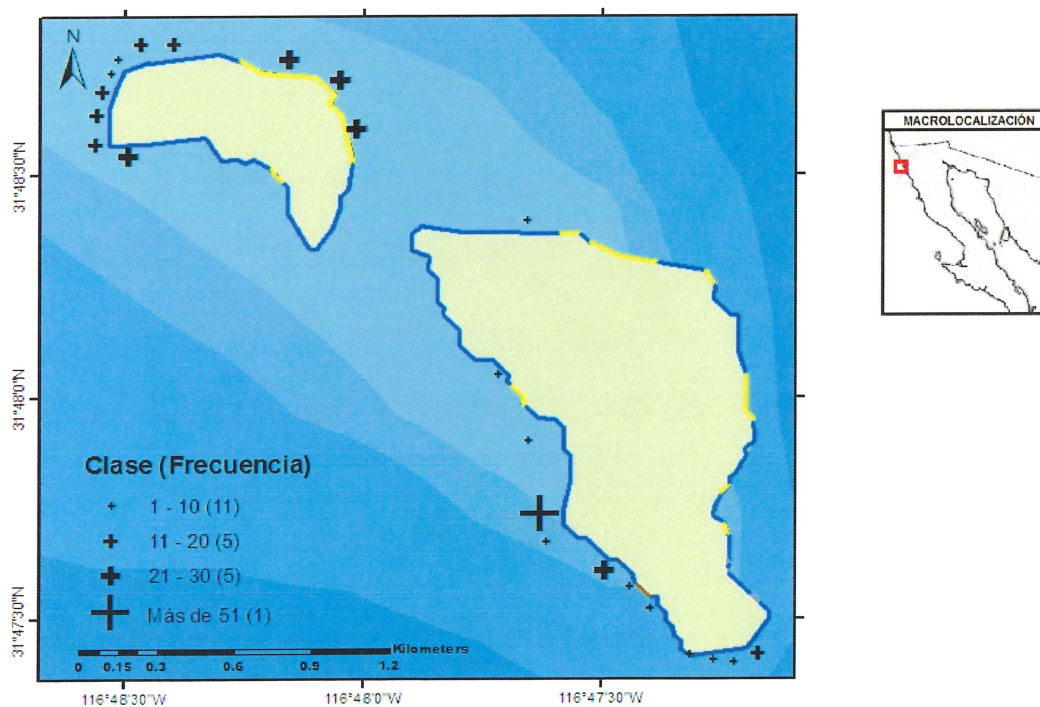


Figura 9: Distribución de las colonias en las Islas Todos Santos durante la temporada de invierno, basado en los conteos directos-lancha.

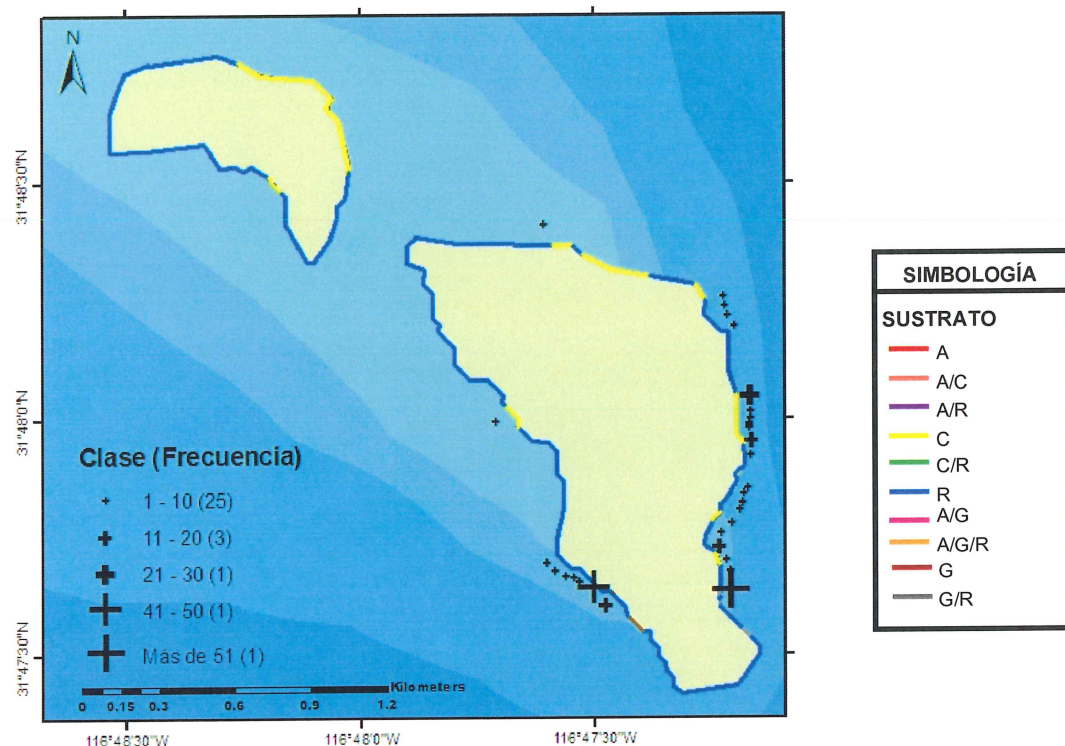


Figura 10: Distribución de las colonias en las Islas Todos Santos durante la temporada de primavera, basado en los conteos directos-lancha.

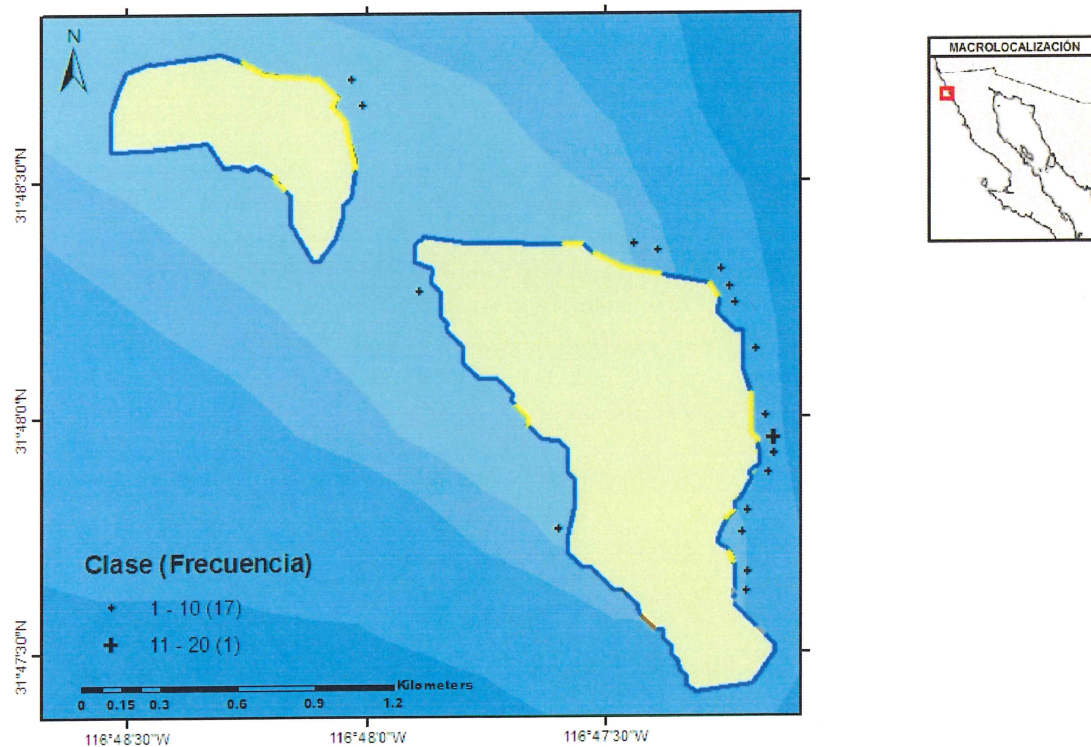


Figura 11: Distribución de las colonias en las Islas Todos Santos durante la temporada de verano, basado en los conteos directos-lancha.

6.3.1.3 Isla San Martín

La Isla San Martín está conformada en su mayoría de sustrato rocoso, únicamente cuenta con una playa arenosa la cual se encuentra protegida por un rompeolas artificial (Tabla VI, Fig.12).

En la Figura 12 se observa la distribución de colonias en Isla San Martín durante la temporada de otoño en la cual únicamente observamos una colonia en la playa arenosa con un total de 90 individuos, además de un individuo solitario en la parte rocosa al norte del lado este de la isla.

Durante el invierno (Fig. 13) observamos de nuevo la colonia en la playa arenosa con un total de 126 individuos. Alrededor de la isla se observan colonias pequeñas dentro de la clase de 1 a 10 individuos en zonas rocosas.

En la primavera (Fig. 14) se observa de nuevo la colonia de la playa arenosa pero con pocos individuos, mientras que en el rompeolas se encontró una colonia de 39 individuos. La colonia más grande se encuentra al norte de la isla en una zona rocosa con un total de 68 individuos, además de individuos solitarios a lo largo del lado protegido de la isla (este).

En la Figura 15 se observa la temporada de verano en la que hay pocos individuos en la playa arenosa (7 individuos) y 41 individuos en el rompeolas, además de una colonia de 27 individuos en el norte de la isla del lado oeste.

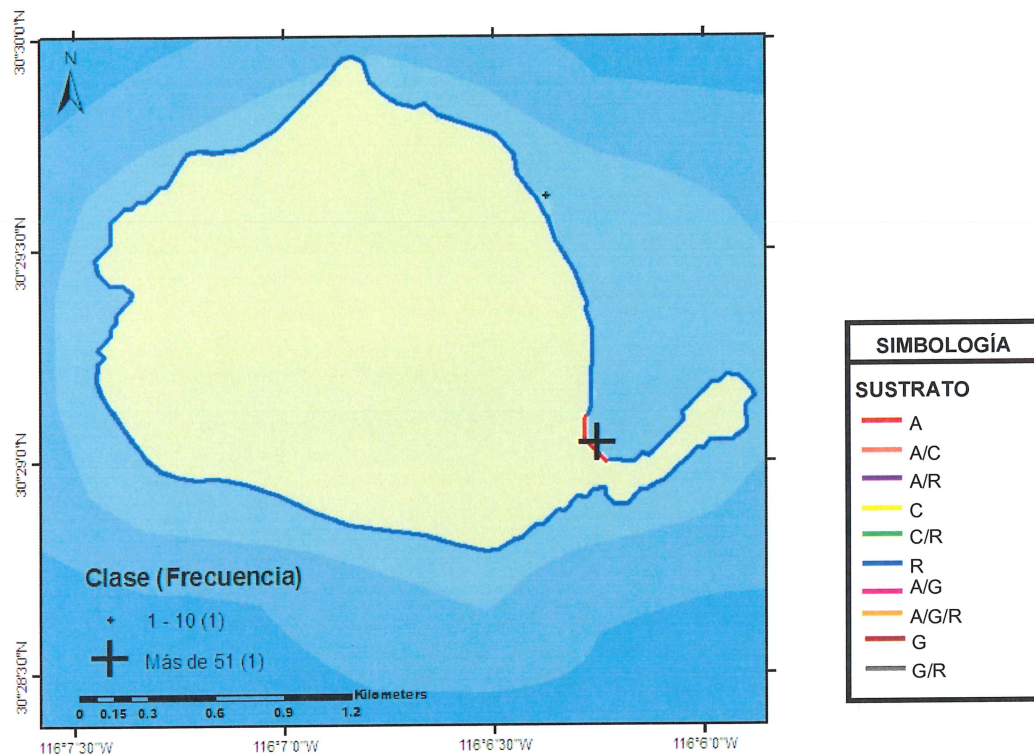


Figura 12: Distribución de las colonias en la Isla San Martín durante la temporada de otoño, basado en los conteos directos-lancha.

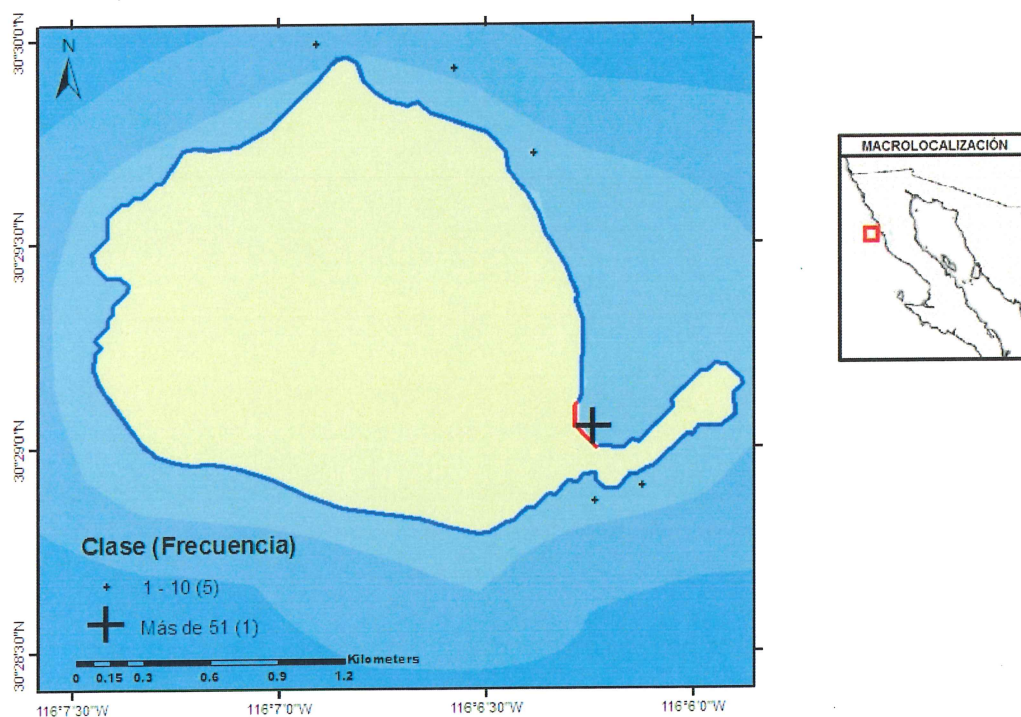


Figura 13: Distribución de las colonias en la Isla San Martín durante la temporada de invierno, basado en los conteos directos-lancha.

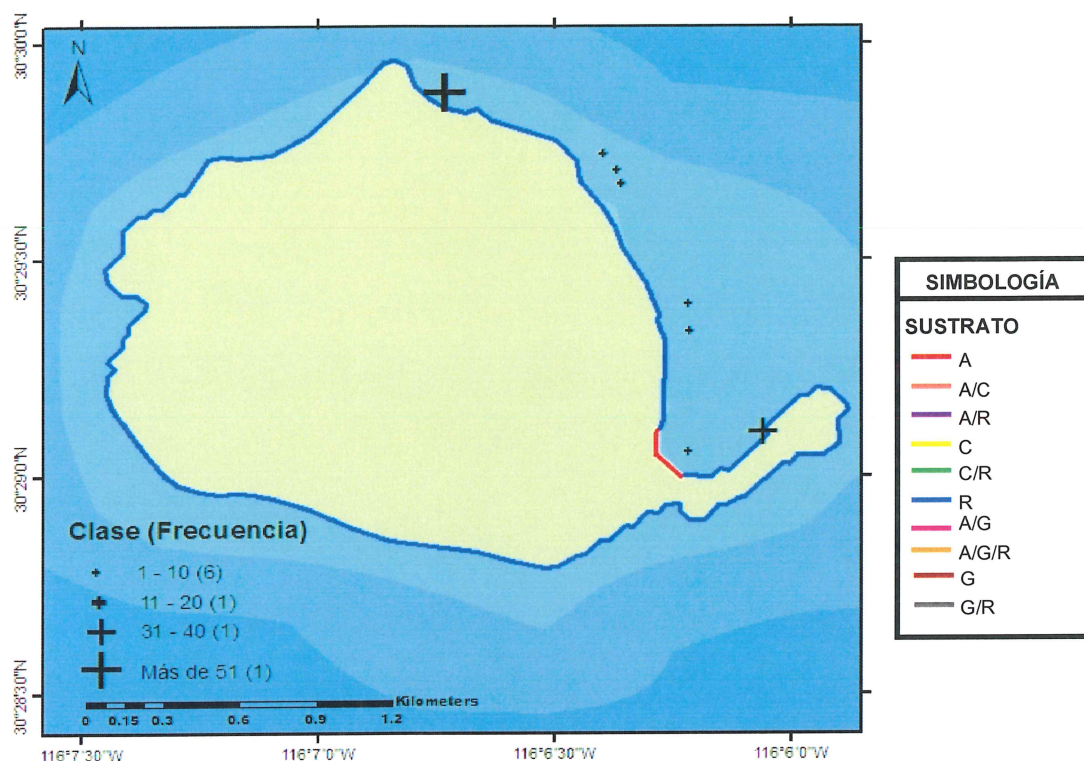


Figura 14: Distribución de las colonias en la Isla San Martín durante la temporada de primavera, basado en los conteos directos-lancha.

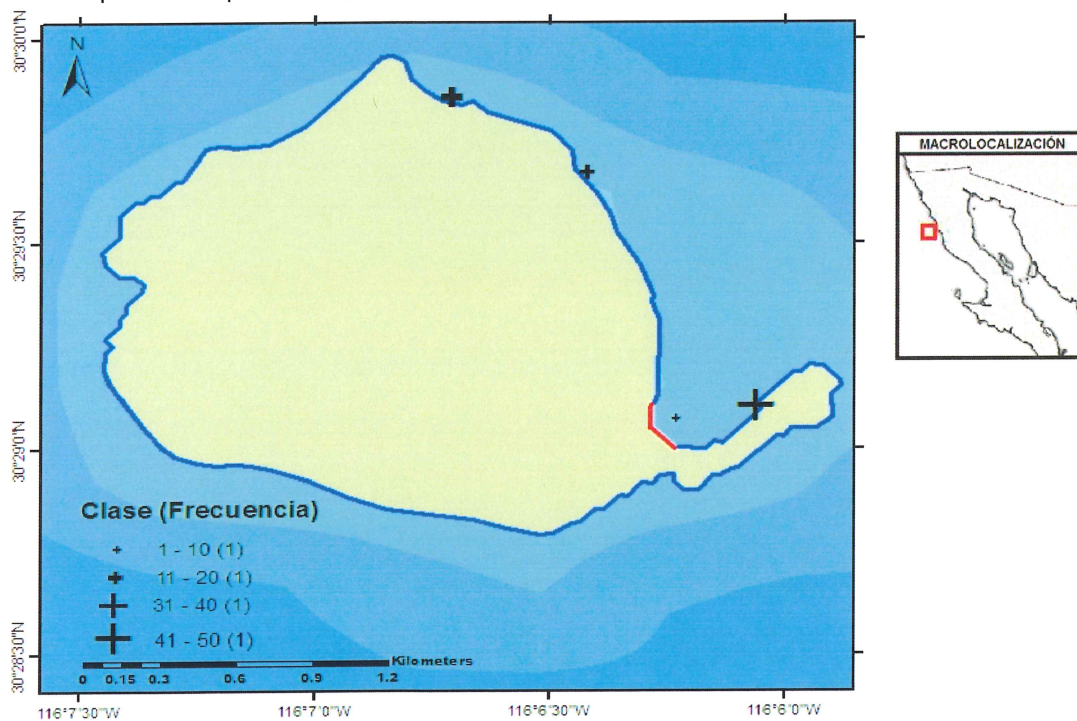


Figura 15: Distribución de las colonias en la Isla San Martín durante la temporada de verano, basado en los conteos directos-lancha.

6.3.1.4 Isla San Jerónimo

La Isla San Jerónimo está conformada por una gran diversidad de tipos de sustratos. La mayoría es playa rocosa pero tiene algunas playas arenosas pequeñas, otras de canto rodado, además de algunas playas con combinaciones de sustrato como canto rodado/roca (Tabla VI, Fig.16).

En la temporada de otoño (Fig. 16) se observan algunas colonias pequeñas del lado norte expuesto de la isla, en sustratos como canto rodado y roca. La colonia más grande se encuentra en la parte sur de la isla, del lado expuesto al oleaje, con un total de 29 individuos en una zona rocosa.

En la Figura 17 se presenta la temporada de invierno en la que se observa una mayor separación de las colonias, con colonias numerosas a lo largo del lado protegido de la isla. Se observan dos colonias de más de 100 individuos en zonas rocosas tanto en el norte como en el sur de la isla. Además de varias colonias con más de 50 individuos, todas del lado este de la isla y la mayoría en sustratos rocosos o combinado con canto rodado. Se encontraron pocas colonias pequeñas.

Durante primavera (Fig. 18) hay una mayor separación en la distribución de las colonias. Se observaron varias colonias del lado expuesto (oeste) de la isla en sustratos rocosos y con canto rodado. Se encontraron un gran número de colonias de más de 51 individuos distribuidas alrededor de toda la isla. Aunque también se observan colonias pequeñas (< 5 individuos), éstas son menos frecuentes durante esta temporada.

En el verano (Fig.19) la mayoría de las colonias se encuentran del lado oeste de la isla en zonas rocosas. Hay una colonia numerosa, con un total de 54 individuos localizada en el lado expuesto de la isla en una zona rocosa.

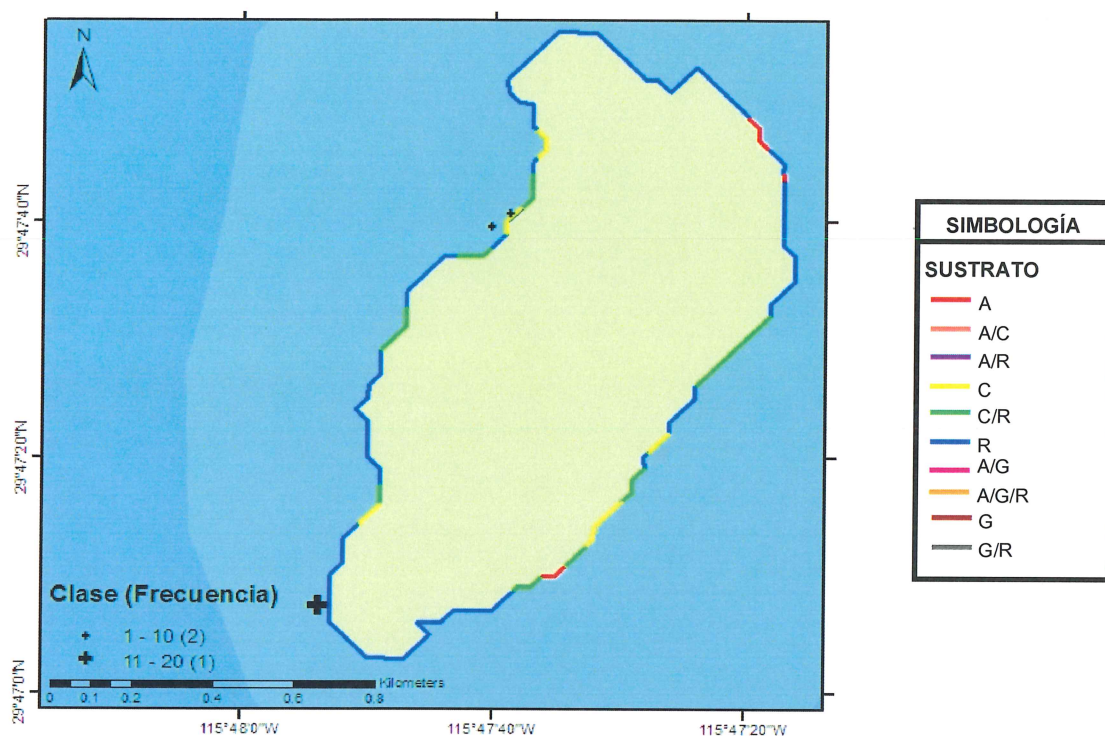


Figura 16: Distribución de las colonias en la Isla San Jerónimo durante la temporada de otoño, basado en los conteos directos-lancha.

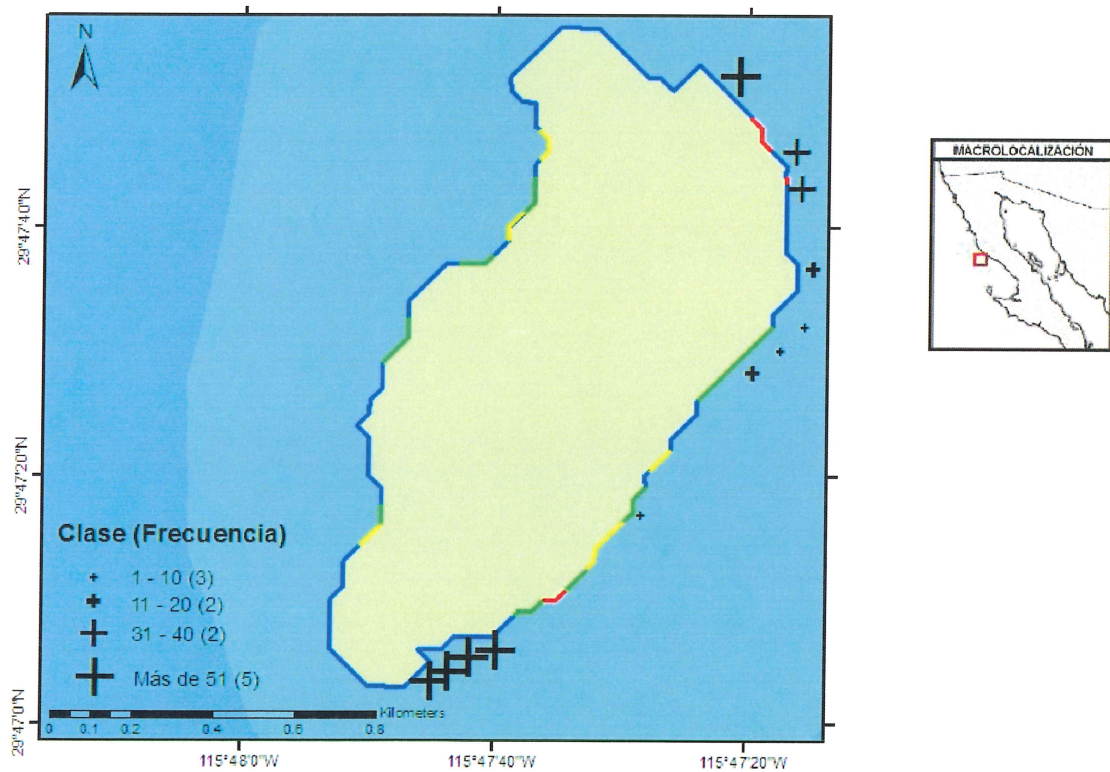


Figura 17: Distribución de las colonias en la Isla San Jerónimo durante la temporada de invierno, basado en los conteos directos-lancha.

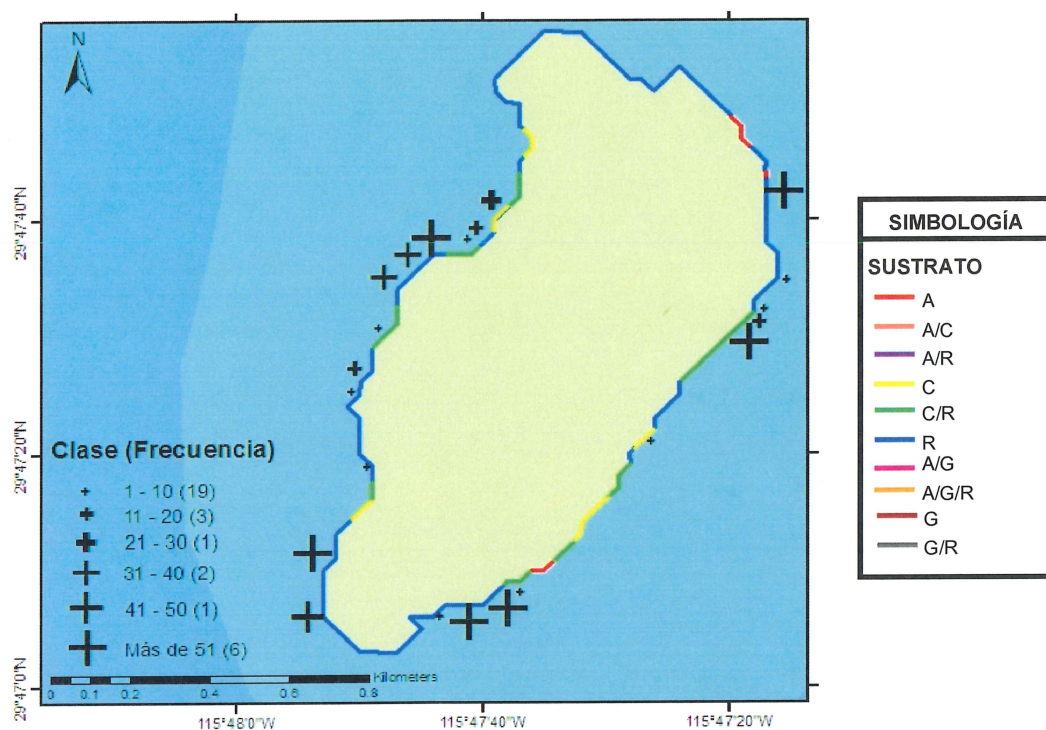


Figura 18: Distribución de las colonias en la Isla San Jerónimo durante la temporada de primavera, basado en los conteos directos-lancha.

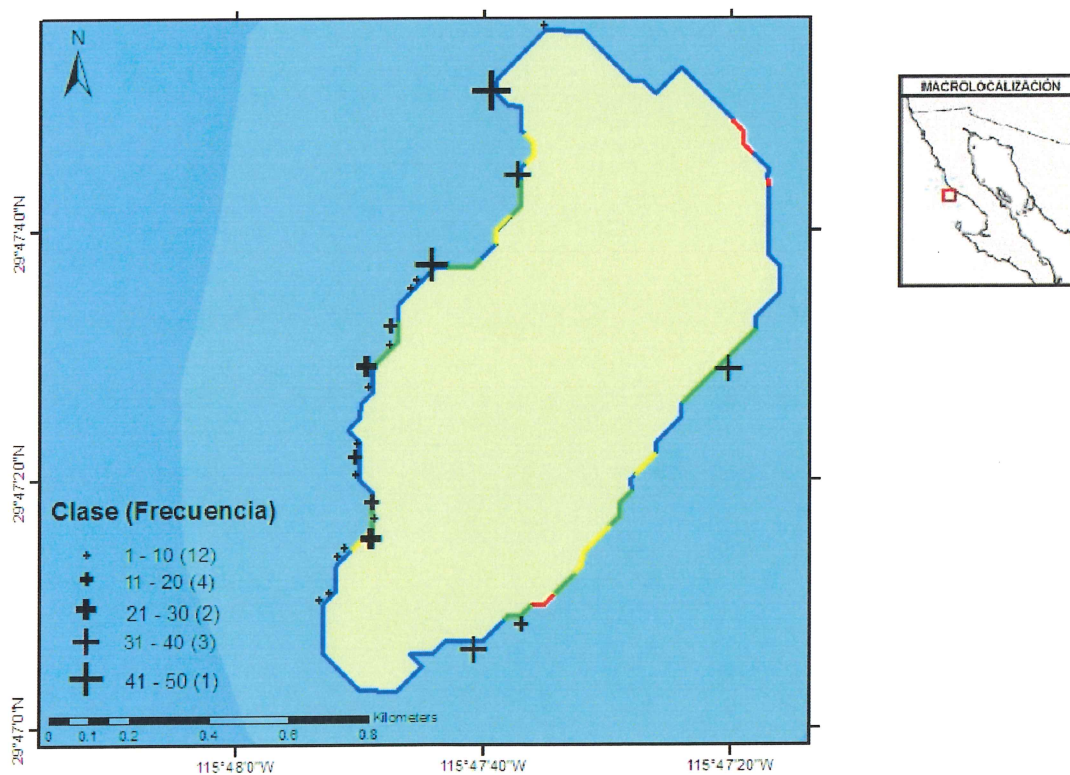


Figura 19: Distribución de las colonias en la Isla San Jerónimo durante la temporada de verano, basado en los conteos directos-lancha.

6.3.1.5 Islas San Benito

Las Islas San Benito son tres islas conformadas en su mayoría por playas rocosas aunque las tres presentan playas arenosas, algunas de canto rodado y algunas playas con combinaciones como canto rodado/roca (Tabla VI, Fig.23).

En la Figura 23 se muestra la distribución de las colonias para la temporada de otoño donde todas las colonias están formadas por menos de 5 individuos, en la Isla Este del lado protegido (este) y en rocas aisladas.

Para la temporada de invierno (Fig. 24) hay más colonias y se encontraron con cuatro colonias en la Isla Oeste, en zonas rocosas. La Isla Este presenta el mayor número de colonias, principalmente en la parte sur de la isla, tanto en el lado este como en el lado oeste en zonas rocosas. La colonia más grande tiene un total de 10 individuos.

Para la primavera (Fig. 25) se pueden observar cuatro colonias; una localizada al sur de la Isla Oeste en una zona rocosa con dos individuos. Otra en la zona norte de la isla del Centro en una playa de canto rodado con un total de cinco individuos, y dos al sur de la Isla Este. La tercera es una playa de canto rodado con un total de 10 individuos y la última en una zona rocosa con 10 individuos.

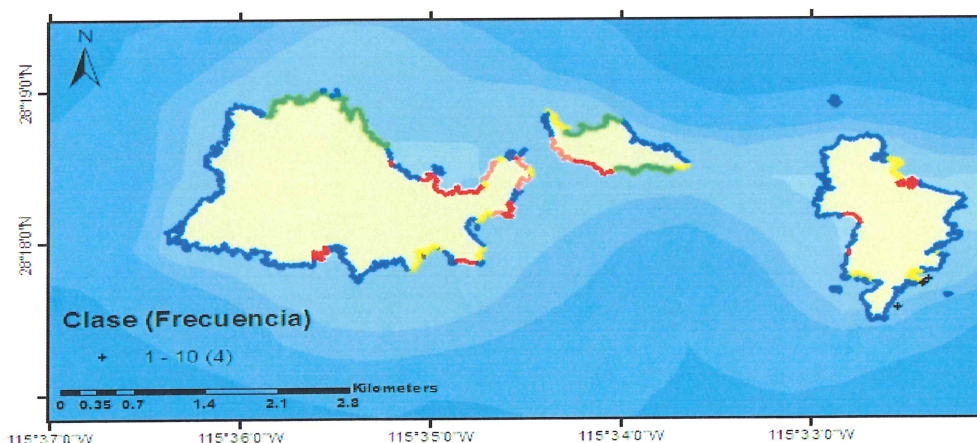


Figura 23: Distribución de las colonias en las Islas San Benito durante la temporada de otoño, basado en los conteos directos-lancha.

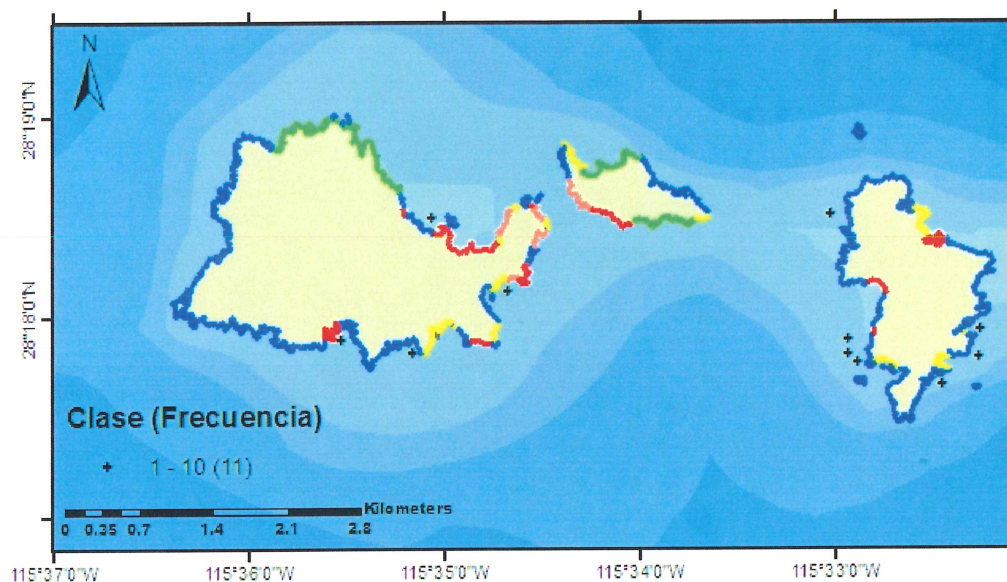


Figura 24: Distribución de las colonias en las Islas San Benito durante la temporada de invierno, basado en los conteos directos-lancha.

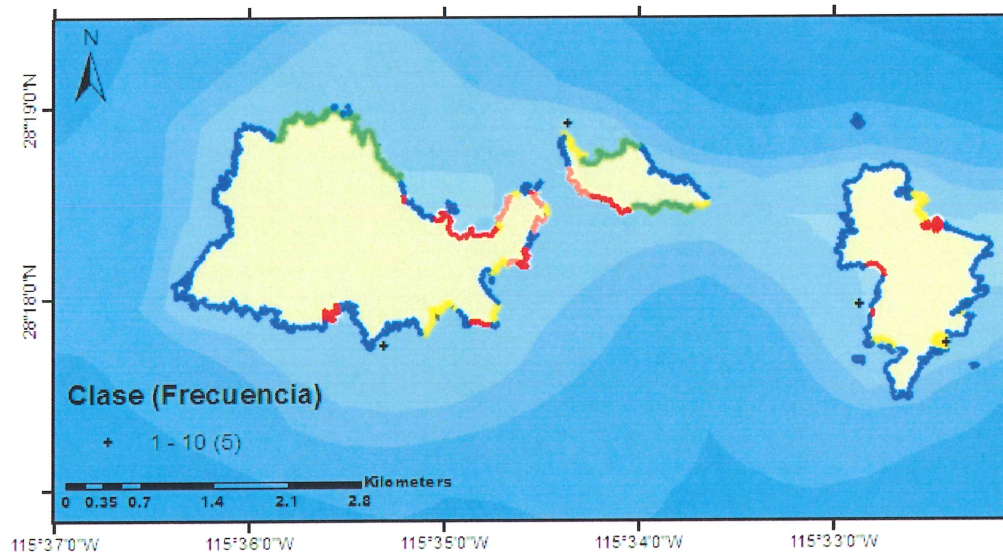


Figura 25: Distribución de las colonias en las Islas San Benito durante la temporada de primavera, basado en los conteos directos-lancha.

SIMBOLOGÍA	
SUSTRATO	
—	A
—	A/C
—	A/R
—	C
—	C/R
—	R
—	A/G
—	A/G/R
—	G
—	G/R



6.3.1.6 Isla Cedros

La Isla de Cedros está conformada por una gran diversidad de tipos de sustrato. Presenta dos playas arenosas de gran extensión; una del lado expuesto de la isla y la otra en el extremo sur. Tiene numerosas playas de bolsillo de canto rodado sobre todo en el este de la isla, además de varias puntas rocosas a lo largo de toda la isla (Tabla VI, Fig.20). Esta isla no fue visitada durante la temporada de otoño.

En la Figura 20 se puede observar la distribución de las colonias en la temporada de invierno. La colonia más grande se localiza al suroeste de la isla, en un islote rocoso conocido como “El Caimán” (frente al campamento pesquero La Colorada) en donde se observaron un total de 68 individuos. La siguiente colonia en tamaño es de 17 individuos y se encuentra del lado noroeste de la isla, en una playa de canto rodado, el resto son animales solitarios o colonias no mayores a 10 individuos.

Durante la temporada de primavera (Fig. 21) el número de colonias aumenta considerablemente. Las colonias más numerosas se encuentran en el islote rocoso “El Caimán” y sus alrededores con un total de 262 individuos. Se encuentran colonias en la mayoría de las clases (excepto de 41- 50 individuos) y se localizan alrededor del norte de la isla en zonas rocosas, principalmente del lado expuesto.

Para la temporada de verano (Fig. 22) las colonias reducen el número de individuos en cada una. La colonia más grande está en el islote rocoso “El Caimán” con un total de 85 individuos. La siguiente colonia se encuentra en una zona rocosa en el extremo sur del lado oeste de la isla con un total de 32 individuos. Se observan colonias pequeñas en el extremo norte de la isla, tanto en playas de canto rodado como de roca.

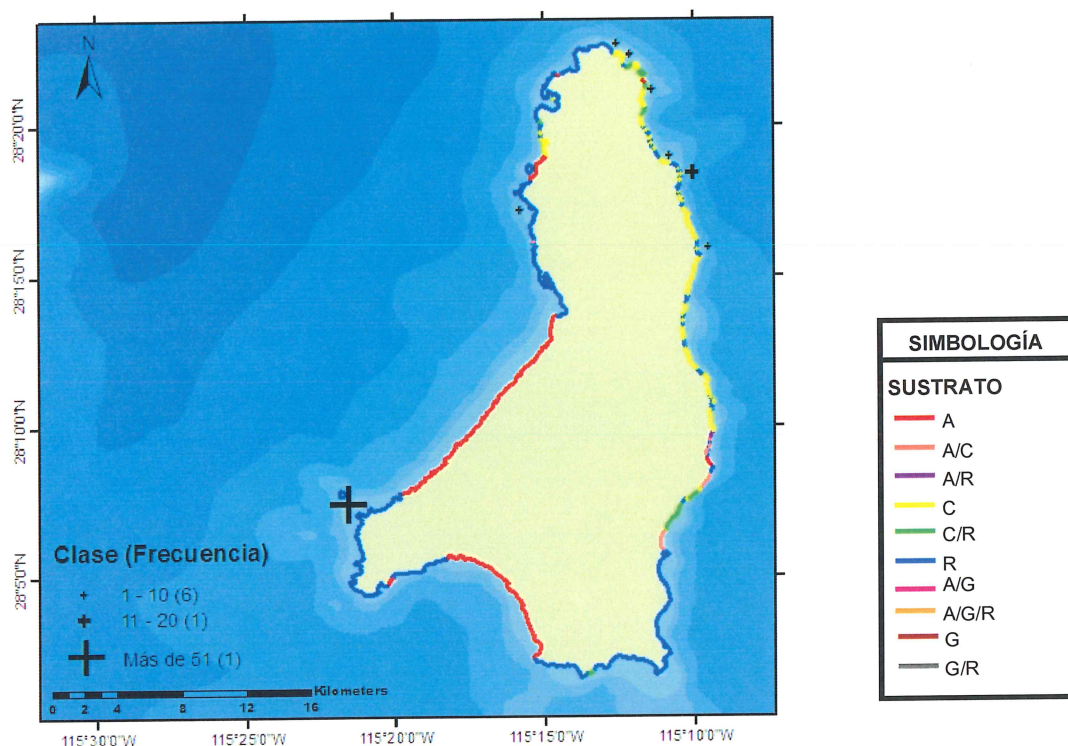


Figura 20: Distribución de las colonias en la Isla Cedros durante la temporada de invierno, basado en los conteos directos-lancha.

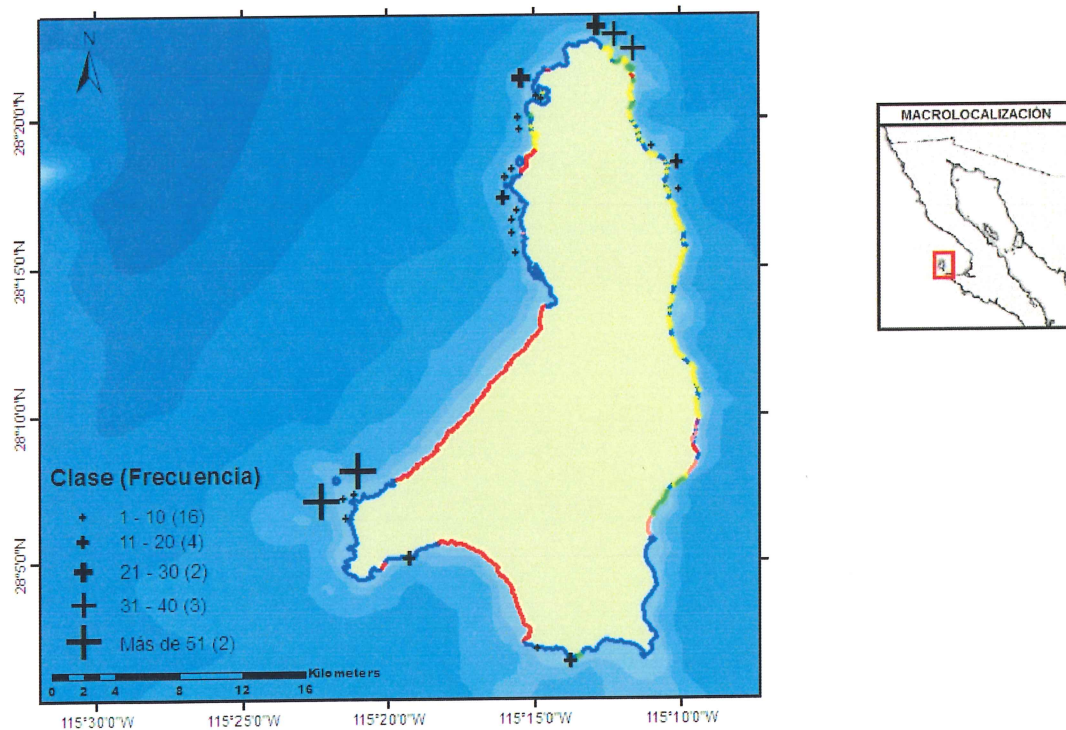


Figura 21: Distribución de las colonias en la Isla Cedros durante la temporada de primavera, basado en los conteos directos-lancha.

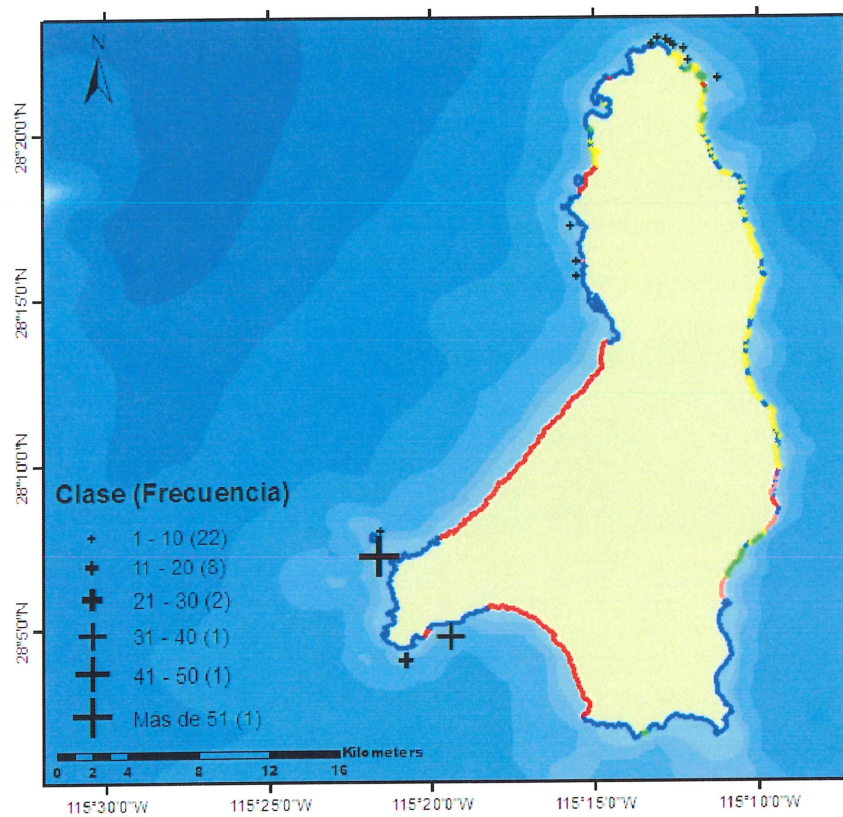


Figura 22: Distribución de las colonias en la Isla Cedros durante la temporada de verano, basado en los conteos directos-lancha.

SIMBOLOGÍA	
SUSTRATO	
—	A
—	A/C
—	A/R
—	C
—	C/R
—	R
—	A/G
—	A/G/R
—	G
—	G/R



6.3.1.7 Isla Natividad

La Isla Natividad está conformada por una gran variedad de sustratos. Presenta numerosas puntas y zonas rocosas, una playa arenosa del lado este de la isla y numerosas playas de bolsillo conformadas por combinaciones de sustrato como arena/grava y roca/canto rodado (Tabla VI, Fig.26). Esta isla no fue visitada durante la temporada de otoño.

En la Figura 26 se puede observar la distribución de las colonias durante la temporada de invierno. Encontramos colonias de diversos tamaños, con el mayor porcentaje de colonias dentro de la clase de 1 a 10 individuos; éstas están localizadas tanto en el norte como en el sur de la isla y en distintos tipos de sustrato. La colonia más numerosa se encuentra en la zona sur de la isla con un total de 118 individuos en una zona rocosa. Seguida por una colonia al este de la isla con un total de 98 individuos en una playa arenosa. También se encuentran colonias pequeñas principalmente en la zona rocosa en el extremo este de la isla.

Para la temporada de primavera (Fig. 27) se observan colonias numerosas en ambos lados de la isla con la presencia de colonias dentro de todas las clases y localizadas principalmente en la mitad sur de la isla en una gran diversidad de sustratos. También encontramos dos colonias importantes en el extremo norte de la isla, localizadas también en playas de una gran diversidad de sustratos.

Para la temporada de verano (Fig. 28) las colonias se encuentran separadas. En esta temporada las colonias son menos numerosas, con sólo una colonia de 115 individuos, localizada en una zona rocosa en la parte norte de la isla. Una colonia de 41 individuos en el extremo sur de la isla en una zona rocosa. Se encuentra una colonia en la clase de 11 a 20 individuo en la parte sur de la isla, además de colonias pequeñas distribuidas alrededor de la isla.

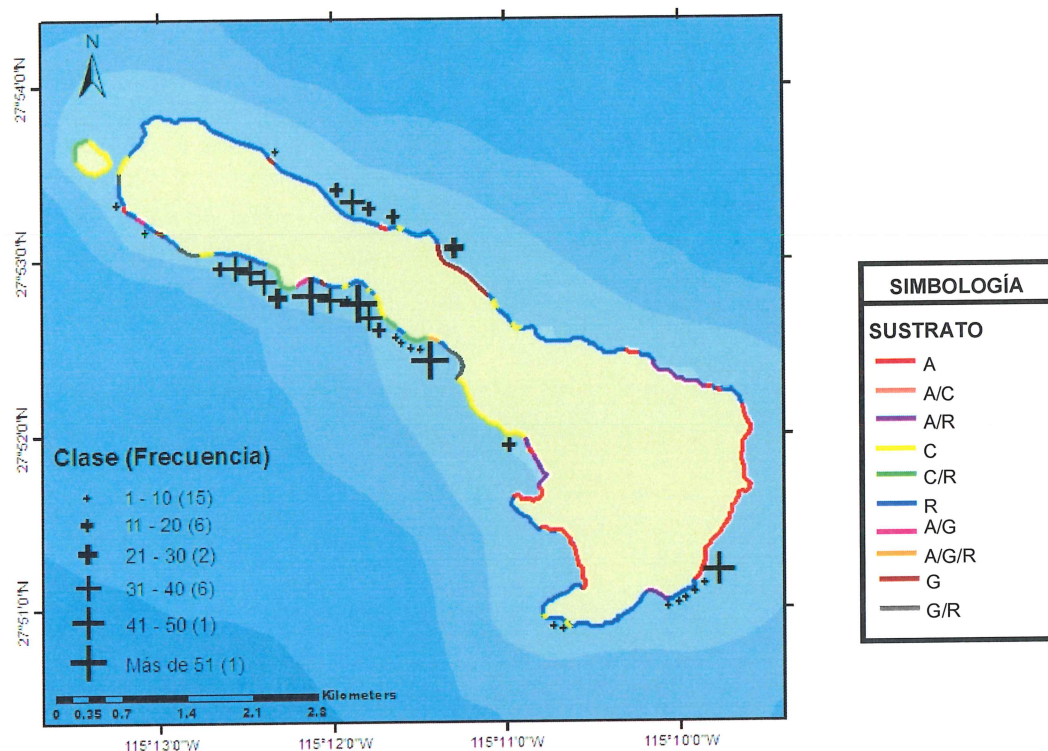


Figura 26: Distribución de las colonias en la Isla Natividad durante la temporada de invierno, basado en los conteos directos-lancha.

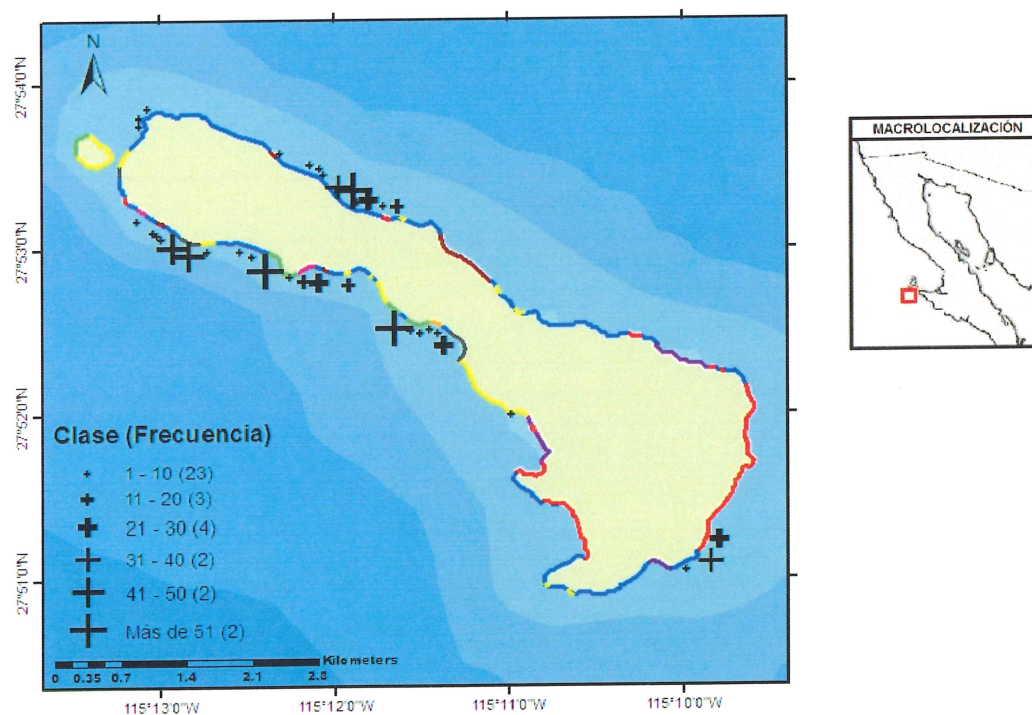


Figura 27: Distribución de las colonias en la Isla Natividad durante la temporada de primavera, basado en los conteos directos-lancha.

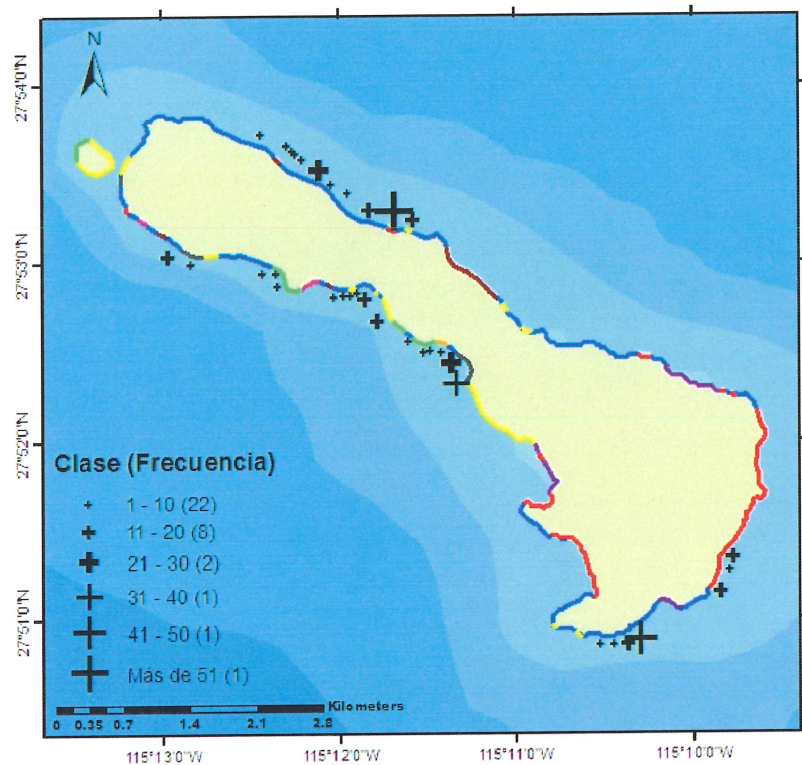
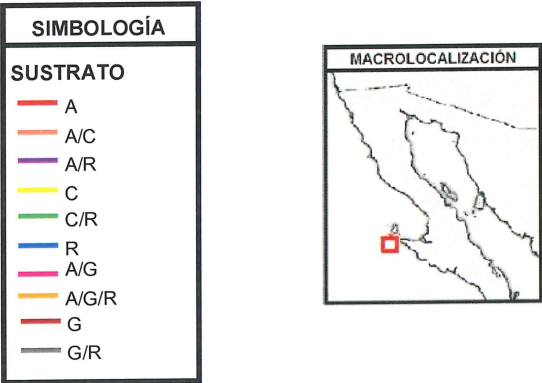


Figura 28: Distribución de las colonias en Isla Natividad durante la temporada de verano, basado en los conteos directos-lancha.



6.3.1.8 Isla San Roque

La Isla San Roque está conformada principalmente por sustrato rocoso aunque presenta algunas playas arenosas dispersas. También tiene playas de canto rodado y algunas playas con más de un tipo de sustrato, como arena/roca o roca/canto rodado (Tabla VI, Fig. 29). Esta isla no fue visitada durante la temporada de otoño.

Para la temporada de invierno (Fig. 29) se pueden observar cuatro colonias importantes en esta isla, dos de ellas localizadas en playas arenosas en el extremo este de la isla con totales de más de 100 individuos. Además de colonias dentro de las demás clases alrededor de la isla tanto en sustratos rocosos como en otros tipos.

En la figura 30 se observa la temporada de primavera, en la que a pesar de que el número de colonias disminuye, encontramos 5 colonias de más de 100 individuos. La mayoría de éstas se encuentran del lado este de la isla, es decir el lado protegido. Otra colonia grande se encuentra en una playa en el sur de la isla en una zona rocosa. También hay colonias dentro del resto de las clases aunque con menor frecuencia. Las colonias se encuentran separadas unas de otras.

Para la temporada de verano los números de individuos dentro de las colonias disminuyen (Fig. 31). La colonia más grande se ubica en la parte norte de la isla con un total de 11 individuos. El resto son colonias no mayores a 10 individuos localizadas en diferentes tipos de sustrato, como arena y canto rodado.

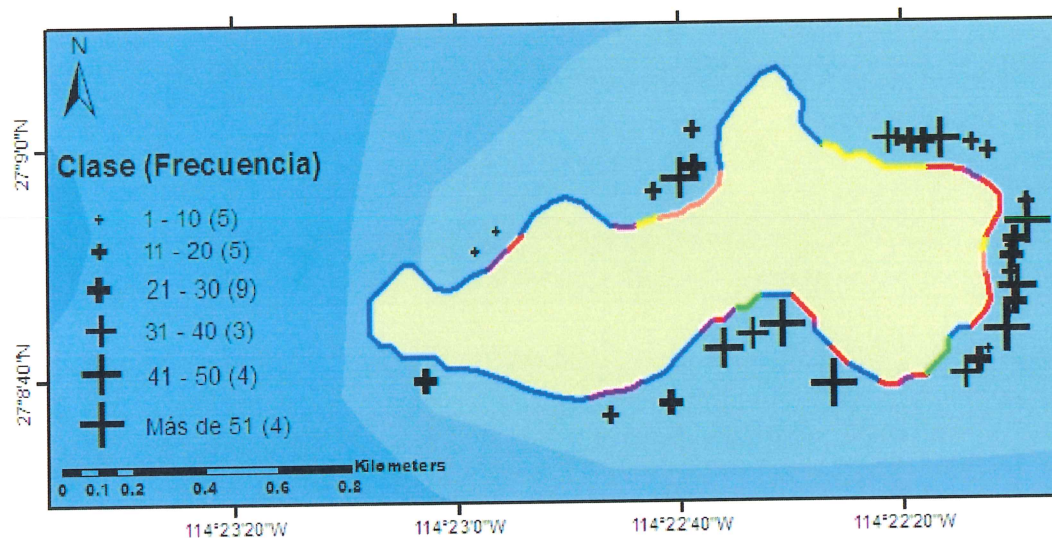


Figura 29: Distribución de las colonias en Isla San Roque durante la temporada de invierno, basado en los conteos directos-lancha.

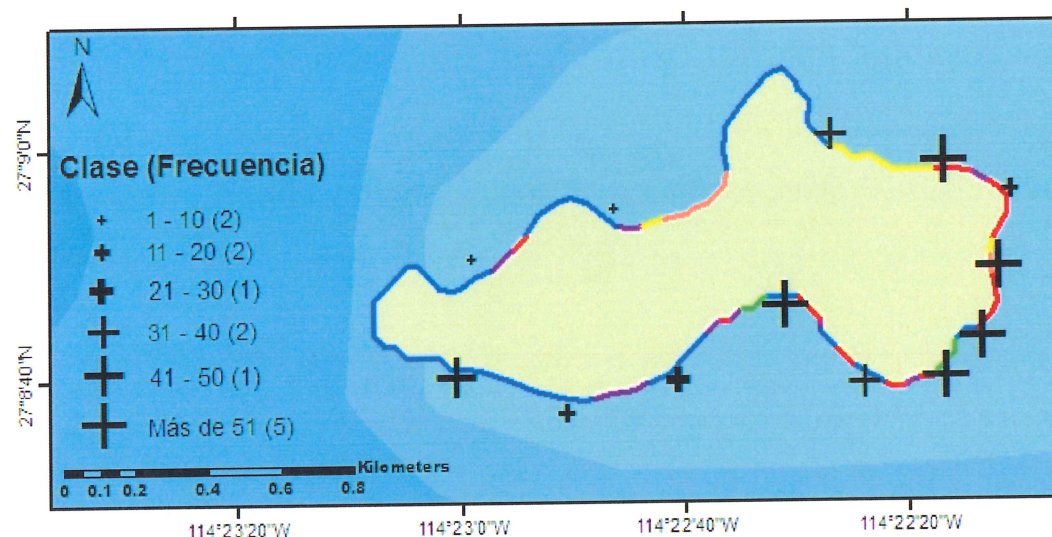


Figura 30: Distribución de las colonias en Isla San Roque durante la temporada de primavera, basado en los conteos directos-lancha.

SIMBOLOGÍA	
SUSTRATO	
—	A
—	A/C
—	A/R
—	C
—	C/R
—	R
—	A/G
—	A/G/R
—	G
—	G/R



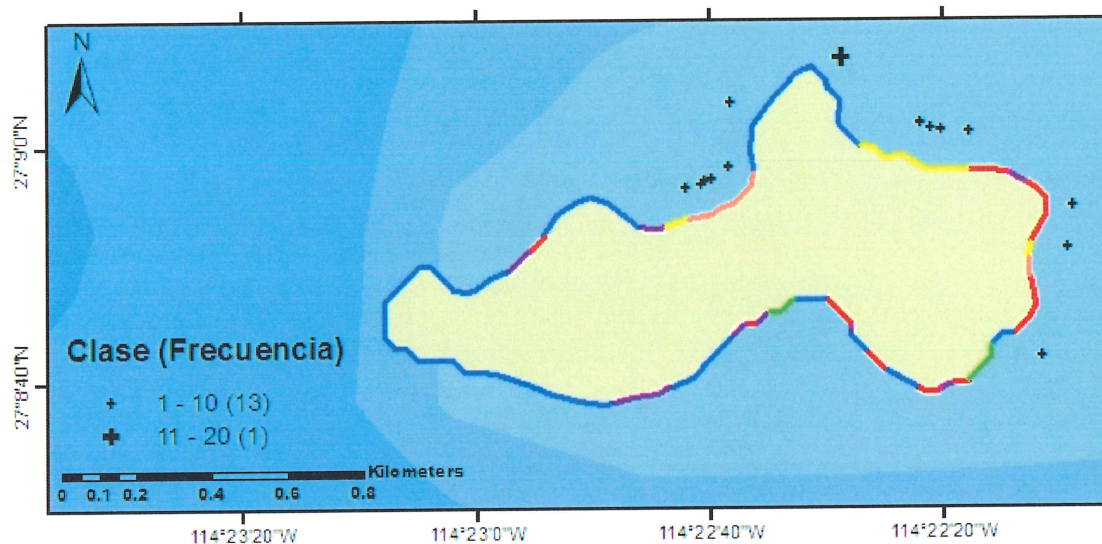


Figura 31: Distribución de las colonias en la Isla San Roque durante la temporada de verano, basado en los conteos directos-lancha.

SIMBOLOGÍA	
SUSTRATO	
—	A
—	A/C
—	A/R
—	C
—	C/R
—	R
—	A/G
—	A/G/R
—	G
—	G/R



6.3.1.9 Isla Asunción

La Isla Asunción está conformada por una gran diversidad de sustratos, predominando el sustrato rocoso en la parte sur de la isla. El resto de la isla presenta playas en las que se combina roca con arena, una playa de canto rodado en el sur de la isla del lado expuesto además de playas pequeñas de combinaciones como roca/canto rodado (Tabla VI, Fig.32).

En la Figura 32 se observa la distribución de las colonias en la temporada de invierno. La mayoría de las colonias se encuentran en el norte de la isla, principalmente del lado este. La colonia más numerosa se encuentra en una playa de arena con roca con un total de 49 individuos. Del resto de las colonias, la mayoría se encuentra entre los 11 y 30 individuos.

Durante la temporada de primavera (Fig. 33) la mayoría de las colonias se localizan en la parte norte de la isla (zona rocosa) donde la colonia más numerosa tiene un total de 54 individuos. Mientras tanto, en el lado este de la isla hay varias colonias dentro de la clase de 21 a 40 individuos.

Para la temporada de verano (Fig. 34) la mayoría de las colonias se encuentran en la parte norte de la isla. La colonia más grande tiene 6 individuos y se encuentra en la punta norte de la isla en una playa de grava. El resto de las colonias son pequeñas, desde individuos solitarios hasta parejas principalmente en sustratos rocosos.

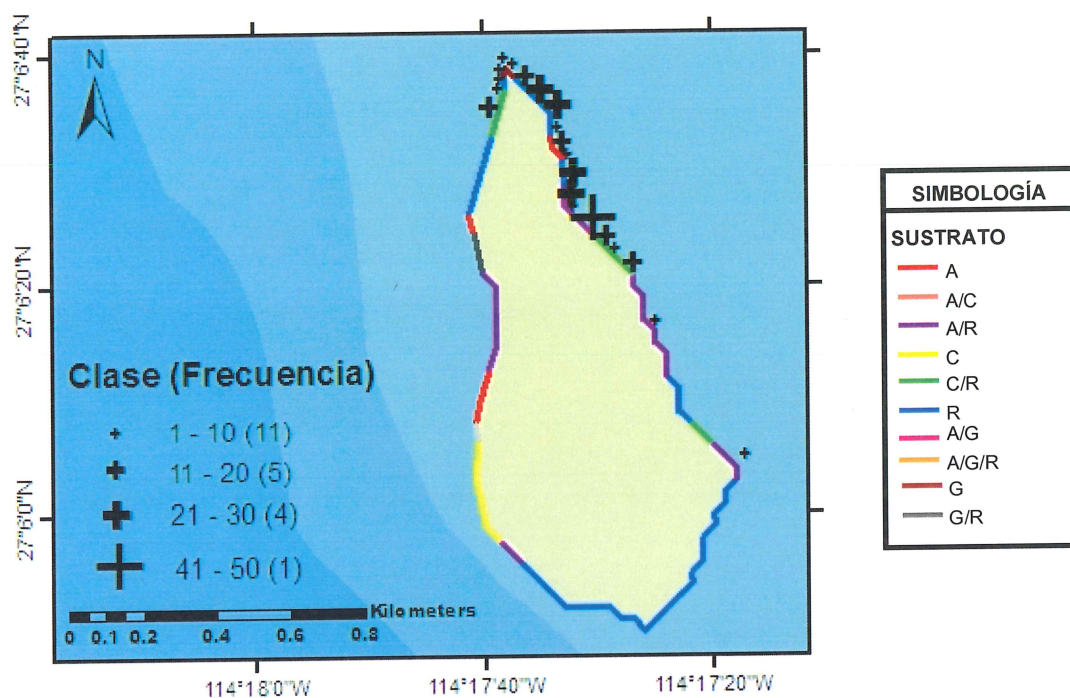


Figura 32: Distribución de las colonias en la Isla Asunción durante la temporada de invierno, basado en los conteos directos-lancha.

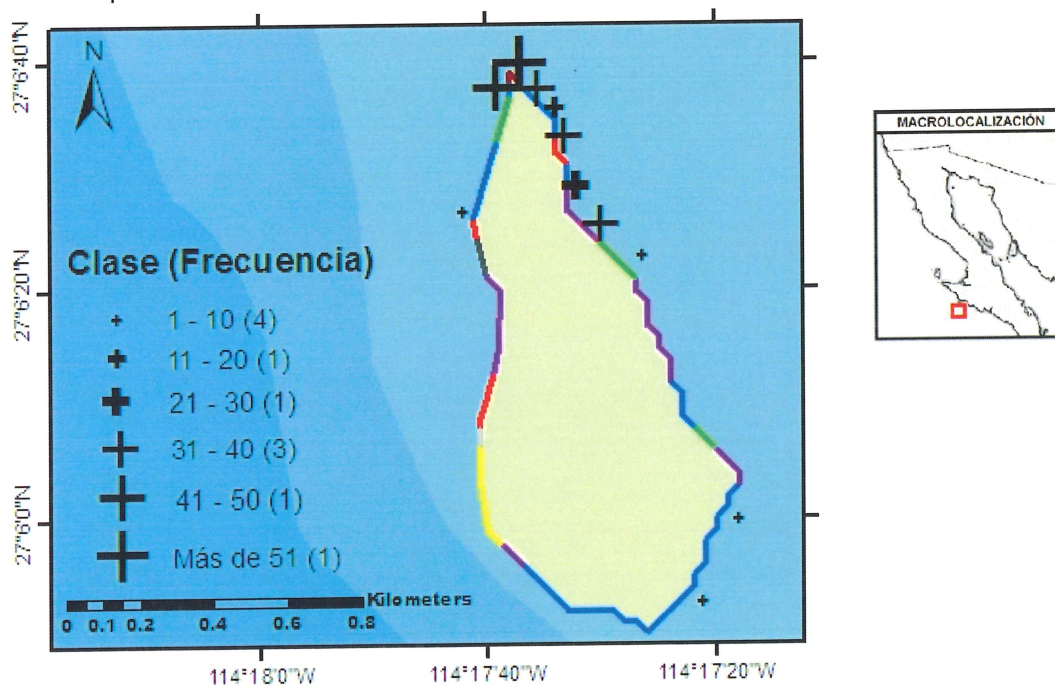


Figura 33: Distribución de las colonias en la Isla Asunción durante la temporada de primavera, basado en los conteos directos-lancha.

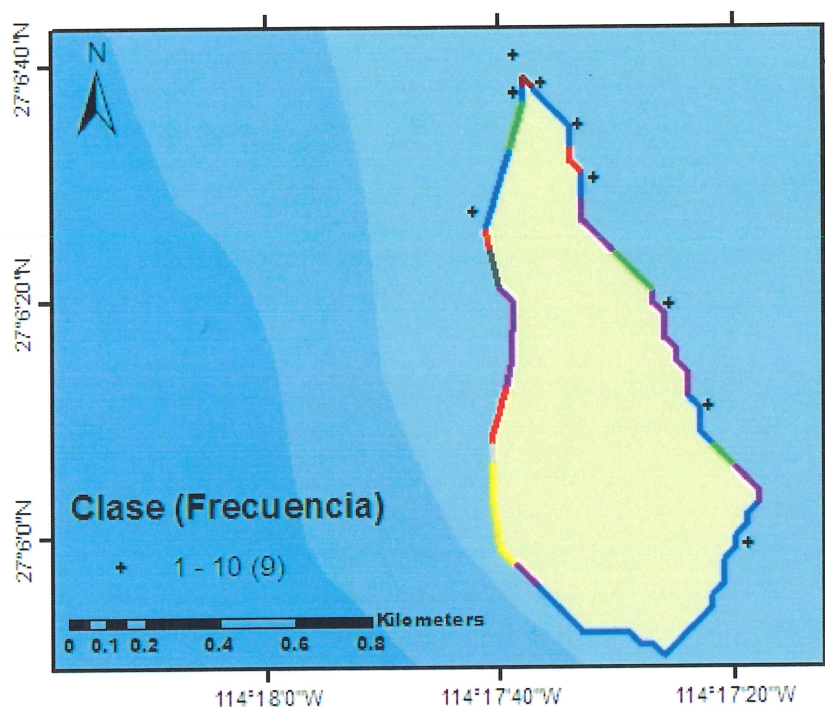
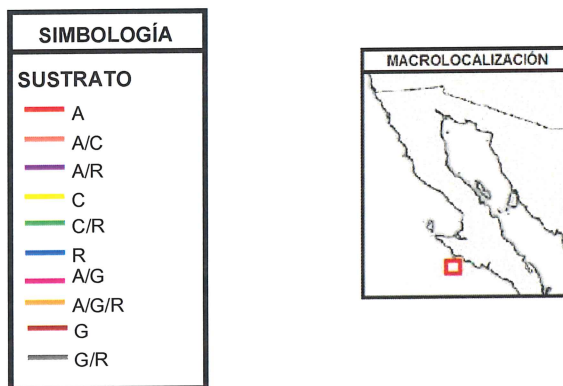


Figura 34: Distribución de las colonias en la Isla Asunción durante la temporada de verano, basado en los conteos directos-lancha.



6.3.1.10 Costa

El sobrevuelo en la costa se realizó en dos días. El primero fue el 4 de marzo 2009 y se obtuvieron fotografías desde Bahía Asunción hasta El Rosario. El segundo sobrevuelo se hizo el día 20 de marzo y abarcó desde El Rosario hasta Ensenada.

La costa presenta una gran variedad de sustratos, incluyendo extensas playas arenosas, puntas rocosas y playas de bolsillo de canto rodado además de playas con más de un tipo de sustrato (Fig. 35).

En la Figura 35 se observa la distribución de las colonias de foca común a lo largo de la costa. La mayoría de las colonias se localizan en la parte norte de la región de la península.

De sur a norte, la primera colonia se observa cerca de Punta Eugenia con un total de 7 individuos en un islote de roca. La siguiente colonia se encuentra exactamente en Punta Eugenia con un total de 12 individuos. Más al norte, se encuentra una colonia importante con un total de 116 individuos en la zona conocida como Crutxio, localizada frente a Isla Cedros; 100 Km al norte de Laguna Manuela. Más al norte se encuentra una zona conocida como "La Lobera", es una cueva desde la que se puede observar una playa arenosa donde se encuentra una colonia, en esta ocasión se contaron un total de 69 individuos. La Bahía de San Quintín presenta varias colonias, dos de ellas dentro de la bahía en dos bajos arenosos que sólo se descubren en períodos de marea baja con 68 y 76 individuos respectivamente. Más al norte se localizan varias colonias en playas de bolsillo principalmente de canto rodado con números de individuos dentro del rango intervalo de 21 a 40. La última colonia se encontró en el Estero de Punta Banda, en una playa arenosa con un total de 45 individuos.

Cabe mencionar que este conteo fue realizado dentro de la temporada reproductiva de la especie y que en todos los sitios registrados con presencia de colonias se observan parejas de madres y crías.

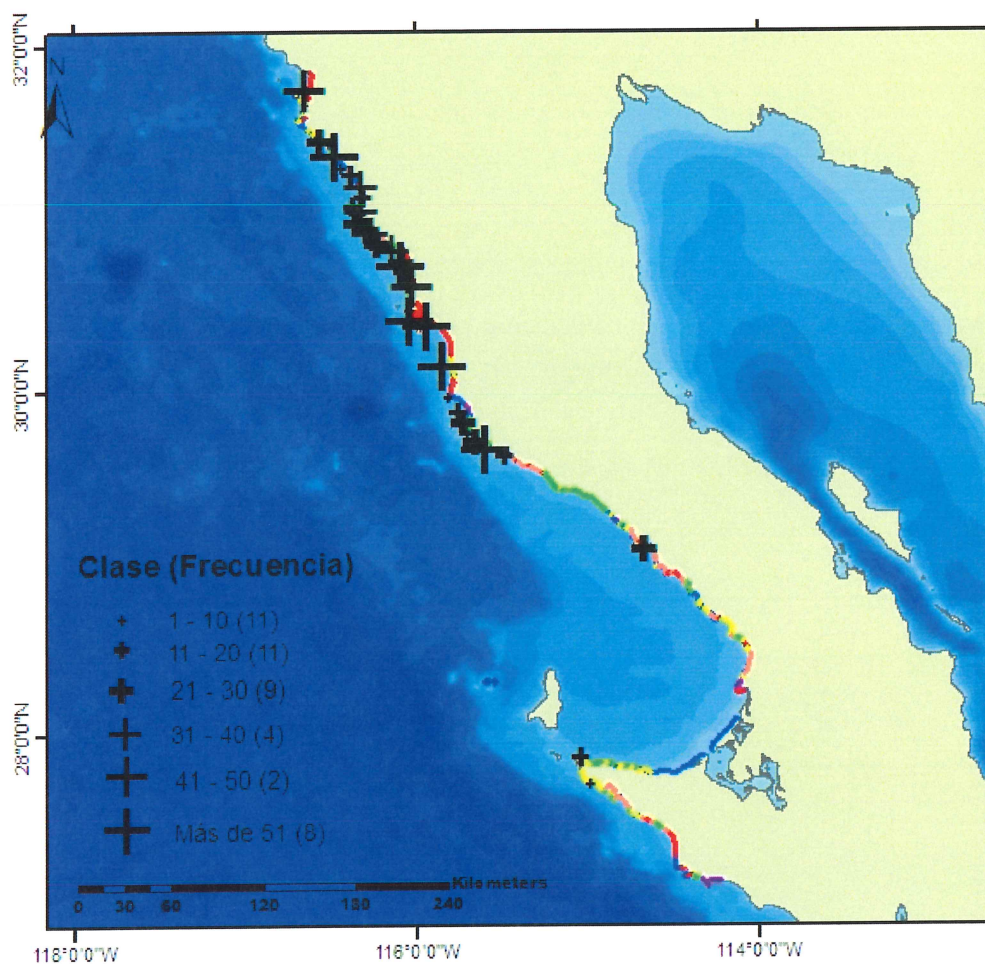
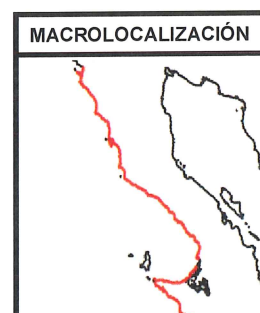


Figura 35: Distribución de las colonias durante los conteos en la costa desde Bahía Asunción hasta Ensenada durante la temporada de invierno, basado en los conteos fotografía-aérea.

SIMBOLOGÍA	
SUSTRATO	
—	A
—	A/C
—	A/R
—	C
—	C/R
—	R
—	A/G
—	A/G/R
—	G
—	G/R



7. DISCUSION

7.1 Trabajo de campo

El esfuerzo durante el trabajo de campo dependió de los eventos dentro del ciclo anual de cada una de las especies de pinnípedos incluidas dentro del proyecto general, del cual forma parte este trabajo. Es decir, no se visitaron todas las islas y la costa en las cuatro temporadas del año. Sin embargo, este trabajo permitió actualizar y ampliar el conocimiento sobre la *Phoca vitulina richardsi* en México.

Las fechas del trabajo de campo abarcaron las cuatro estaciones del año. Las salidas correspondientes al otoño fueron realizadas entre el 24 de septiembre y el 21 de diciembre (Tabla I), por lo que los datos son considerados como representativos de la temporada. El número de islas contadas durante ésta fue menor al resto de las temporadas ya que no ocurre ningún evento importante del ciclo anual de las cuatro especies de pinnípedos distribuidas en esta zona. Para la foca común es considerada una época de transición entre la muda y la temporada reproductiva (Anexo I).

Las salidas correspondientes a la temporada de invierno fueron realizadas entre el 22 de diciembre y el 20 de marzo (Tabla I). El invierno es la temporada más importante para la foca común debido a que en ésta se pueden encontrar la mayoría de los individuos en tierra. Durante invierno ocurren los partos (en tierra), el amamantamiento de las crías (en tierra) y se encuentran machos adultos, probablemente a la espera de que las hembras entren en estro para copular (Thompson *et al.* 1997; Huber *et al.* 2000; Bonnes *et al.* 2006; Hayes *et al.* 2006) (Anexo I).

Las salidas correspondientes a la primavera fueron realizadas entre el 21 de marzo y el 21 de junio (Tabla I). Durante la primavera ocurre otro evento importante dentro del ciclo anual de la foca común conocido como la muda (Anexo I). La mayoría de los trabajos que estiman abundancia de esta especie mencionan que las temporadas de reproducción y de muda son las ideales para

ellos debido a que es cuando se encuentra el mayor número de individuos en tierra (Pitcher 1990; Hanan 1996; Boveng *et al.* 2003; Simpkins *et al.* 2003). Sin embargo, algunos autores mencionan (Huber *et al.* 2001; Daniel *et al.* 2003) que debido a la diferencia en el tiempo de la muda entre las diferentes categorías de sexo y edad, es necesario conocer el ciclo anual de la foca común en cada zona para realizar el conteo cuando la mayoría de las categorías de sexo y edad se encuentren en tierra; esto no se conocía para la zona.

Por su parte, las salidas correspondientes a la temporada de verano fueron realizadas entre el 22 de junio y el 23 de septiembre (Tabla I), por lo que los datos se consideran representativos de la temporada. Para la foca común, verano es una temporada de transición en la que las hembras preñadas siguen el proceso de gestación y es posible que los machos se alejen de la colonia (Van Parijs *et al.* 1997; Härkönen y Harding 2001) (Anexo I).

7.2 Conteos

El realizar conteos directos en el campo y utilizar datos de más de un observador (réplica), permite obtener una mejor estimación de abundancia (Oleskius *et al.* 1990). Las réplicas son necesarias para minimizar el error, debido a que durante los conteos se puede confundir a las Foca Común con sombras o rocas; el pelo de éstas se asemeja a los colores del sustrato (Fowler y Stobo 2005; Bengston 2007).

La prueba de repetibilidad (Lessells y Boag 1987), aplicada en este estudio, es una prueba sencilla que indica el grado de similitud entre los conteos de los observadores. Esta prueba permite detectar los conteos con mayor diferencia para poder minimizar el intervalo de error y tener la seguridad de que los individuos contados son los individuos que estaban en tierra al momento del conteo.

En la mayoría de las ocasiones, la prueba de repetibilidad arrojó un valor mayor de 0.95 (Tabla II) lo cual indica un alto grado de similitud entre los contadores. Sin embargo, en algunos casos la repetibilidad no alcanzó este valor debido a la falta de experiencia o atención de los observadores. En esos casos se optó por eliminar los datos con mayor diferencia para minimizar el error, es decir, se eliminaron los datos más bajos de dichos conteos.

Después de que la prueba de repetibilidad demostró la eficiencia de los contadores, fue posible utilizar la media de cada conteo para obtener un solo dato de cada uno por isla. Este método ha sido utilizado en los trabajos donde existe más de un observador (Hanan 1996; Thompson *et al.* 1997; Bovenig *et al.* 2003; Fowler y Stobo 2005; Bengston *et al.* 2007). Cada uno de estos datos representa el número mínimo de focas en la zona (Stewart *et al.* 1988; Mathews 1996; Ries *et al.* 1998).

Al compararse los conteos directos-lancha y fotografías-lancha, se esperaba que estos últimos proporcionaran un número mayor de focas. Lo anterior debido a que se elimina el error debido al movimiento de la lancha y a la lejanía de los animales (Thompson y Harwood 1990). En este trabajo, el 66% de los conteos a partir de fotografías-lancha fueron mayores que los conteos directos-lancha (Tabla III).

Aún cuando los conteos a partir de fotografía-lancha resultan en una cantidad mayor de focas a nivel de toda la zona de estudio; a nivel individual (por isla) es muy variable. Es decir, no parece presentar un patrón que sugiera en cuáles casos es recomendable utilizar los conteos fotografía-lancha en lugar de los conteos-directos. Con base en las observaciones de campo, la baja eficiencia en los conteos fotografía-lancha puede deberse a la poca tolerancia al disturbio, ya que muchos individuos al detectar la presencia de la lancha, entran al agua (Suryan y Harvey 1999; Johnson y Acevedo 2007; Becker *et al.* 2009). Los bajos conteos a partir de fotografía-lancha pueden estar

relacionados con este disturbio, ya que es muy difícil registrar en fotografía a los animales en el agua.

La mayoría de los casos en los que los conteos a partir de fotografías-lancha son menores a los conteos directos-lancha ocurren durante la temporada de invierno que corresponde a la reproducción. Una posible explicación es que durante esta temporada las focas son aun menos tolerantes al disturbio (Newby 1973; Suryan y Harvey 1999; Becker *et al.* 2009).

Otra razón por la que los conteos desde fotografías-lancha mostraron diferencias al compararlos con los conteos directos-lancha podría ser debido a la metodología utilizada para su análisis. El hecho de sobreponer las fotografías para armar secuencias es una metodología muy utilizada en trabajos previos (Lowry *et al.* 2005; Fowler y Stobo 2005; Bengston *et al.* 2007), y su eficacia depende de la habilidad para armar las secuencias o el programa de cómputo utilizado, ya que al no identificar el punto de traslape de cada una de las fotos se puede provocar la pérdida o duplicación de animales (Payne y Seltzer 1989; Lowry 2005; Bengston *et al.* 2007).

Existen otros errores posibles de cometer al realizar conteos de foca común en fotografías. Es importante poder detectar la presencia de animales, ya que dependiendo de la calidad de las fotografías en ocasiones es posible confundir a los individuos con sombras o rocas (Fowler y Stobo 2005; Bengston 2007).

Sin embargo, el uso del programa Image Pro redujo de manera importante la posibilidad de un error durante el conteo. Este programa permite mejorar la calidad visual de las fotografías, además de que genera una capa de puntos a partir de la cual produce un archivo. Por lo anterior, es probable que la fuente de error durante el conteo sea mínimo, o menor que otras metodologías. En trabajos previos (Stewart *et al.* 1988; Payne y Seltzer 1989;

Oleskius *et al.* 1990; Barlas 1999; Lowry y Carreta 2003; Boveng *et al.* 2003), los animales se contaron a partir de fotografías impresas en acetatos, y proyectadas en fondo blanco. Posteriormente, se colocaba un punto en cada individuo para obtener el conteo. Se puede considerar que el programa Image Pro es una opción actualizada para utilizar la misma metodología.

El hecho de utilizar a más de un contador para analizar las fotografías talvez minimizaría de manera importante los errores de conteo por medio de las fotografías-lancha. Se puede suponer que la variación entre contadores sobre la fotografía, será menor que en los conteos-directos. Por otro lado, los conteos a partir de fotografías-lancha consumen mucho tiempo y es necesario realizar el mismo esfuerzo que el que se requiere para obtener los conteos-directos. Sólo en los casos de no contar con un equipo de al menos 4 personas (2 con experiencia en los conteos y 2 anotadores), las fotografías-lancha podrían ser una buena alternativa para estimar abundancia.

Por otro lado, los conteos-tierra en todas las ocasiones resultaron ser menores a los conteos directos-lancha. Es importante mencionar que en esta comparación se eliminaron los datos obtenidos en las islas San Benito y Asunción debido a que únicamente se realizaron conteos parciales a causa de la topografía de la isla, por lo que los datos no son comparables.

La diferencia entre los conteos-tierra y los conteos directos-lancha podría deberse al nivel de marea durante cada uno. En la mayoría de los casos ambos conteos se realizaron el mismo día, pero no fueron simultáneos. En todos los casos, los conteos-tierra, se realizaron durante niveles de marea más baja que durante los conteos directos-lancha. Sin embargo, por el nivel de marea se esperaría que el número de individuos contados desde tierra fuera mayor, ya que en niveles bajos de marea, el número de individuos en tierra aumenta (Bjorge *et al.* 2002; Boveng *et al.* 2003; Fowler y Stobo 2005).

El efecto del nivel de marea es mayor cuando se trata de zonas que únicamente están disponibles en marea baja (Bayer 1985; Grigg *et al.* 2002; Brown *et al.* 2003; Small *et al.* 2003; Bjorge *et al.* 2007). En este trabajo se observaron rocas aisladas alrededor de las islas o bajos como en el Estero de Punta Banda y en la Bahía San Quintín. Aún cuando en este trabajo no se realizaron conteos con diferentes niveles de marea, sí se contaba con información previa de las Islas Todos Santos y el Estero de Punta Banda (observaciones propias y Schramm y Victoria-Cota, com. pers.¹) Por lo anterior, los conteos se realizaron en condiciones de marea baja (en la medida en que la logística lo permitió) para poder observar el mayor número de animales en tierra.

La explicación sobre menor cantidad de focas en los conteos-tierra con respecto a los conteos directos-lancha, aún cuando se realizaron durante niveles de marea menores, puede ser la topografía de las islas y a la baja tolerancia de las foca común a la presencia humana. Los conteos-tierra fueron realizados durante la temporada reproductiva en la que los individuos se encuentran menos tolerantes. Suryan y Harvey (1998) describen a las hembras con cría como individuos nerviosos en alerta constante. Por lo anterior, cualquier señal de amenaza provoca que se arrojen al agua, complicando su detección y conteo.

El realizar los conteos desde tierra presenta algunas ventajas, como la posibilidad de hacer varios conteos en un mismo día, facilidad de distinguir a los adultos de las crías y mayor posibilidad de diferenciar entre una sombra o una roca de una foca (Bengston *et al.* 2007). Sin embargo, la topografía de las islas y la logística de campo impidieron tener mejores conteos desde esta plataforma. Esto debido a que no todas las playas se ven desde tierra debido a la topografía de la isla.

¹Dr. Yolanda Schramm. – Oc.Nelva Lorena Victoria Cota. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California

Por lo tanto, se recomienda el uso de los conteos directos-lancha con réplicas, sobre los conteos fotografía-lancha y conteos-tierra, para estudios de foca común en México.

Los conteos-aéreos de las islas, no tuvieron utilidad comparativa para este trabajo, es decir, no permiten hacer una comparación válida con respecto al número de animales a partir de conteos directos-lancha. Los sobrevuelos de las islas se realizaron de manera oportunista durante el sobrevuelo de la costa, por esto el nivel de marea y/o la fecha de conteo no coincidieron con los conteos directos-lancha. Sin embargo, las fotografías aéreas de las islas permiten demostrar que es una buena plataforma para realizar censos de la foca común en la región, ya que todas las colonias son visibles. Por lo anterior, se puede suponer que en condiciones de marea baja y en una fecha cercana al máximo de crías, ésta sería la mejor plataforma para censar a esta especie (Barlas 1999; Sjare et al. 2005; Bengston et al. 2007).

Es probable que el efecto más fuerte sobre el resultado de conteos menores a partir de fotografía-aérea con respecto a los directos-lancha, fue la fecha en la que se realizaron los sobrevuelos (Tabla I). Ambos conteos están separados por un mes de diferencia aproximadamente en la mayoría de los casos, lo cual puede ser la causa de la diferencia entre estos conteos. La única isla en la que este conteo arrojó un número mayor que el conteo directo-lancha fue la Isla San Jerónimo, esto puede deberse a que dicha isla presenta una punta rocosa plana en la cual se reúne una colonia muy grande de focas, que es imposible de contar completa desde tierra o lancha.

7.3 Abundancia

Los datos de los conteos directos-lancha y los conteos de fotografías-lancha son considerados según trabajos previos como el número mínimo de individuos en la población (Jeffries y Johnson 1990; Mathews 1996;

Henriksen 1997; Ries *et al.* 1998; Boveng *et al.* 2003), es decir, el número de animales que fueron contados al momento. Para obtener una mejor estimación de la abundancia es necesario aplicar factores de corrección o realizar estimaciones a partir de ecuaciones, que compensen la pérdida de individuos que no se encontraban en tierra al momento del conteo (Stewart *et al.* 1988; Oleskius *et al.* 1990; Hanan 1996; Ries *et al.* 1999; Huber *et al.* 2001; Boveng *et al.* 2003; Bjorge *et al.* 2007). A continuación se presentan los resultados de las dos estimaciones.

7.3.1 Abundancia Estacional

La ecuación propuesta por Oleskius y colaboradores (1990), considera los conteos con réplicas, las cuales compensan la pérdida de los animales no contados en tierra debido a que se encuentran en el agua. La importancia de esta ecuación radica en el hecho de que fue empleada como técnica previa al uso de marcas satelitales o de radio (telemetría). Es decir, permite estimar abundancia en trabajos que no utilizan esta tecnología o que carecen de datos que permitan conocer la proporción exacta de los animales que se encuentran en el agua al momento del conteo. En dicho trabajo se realizaron censos aéreos en ocho regiones dentro de la Columbia Británica. Se utilizaron dos observadores, los cuales contaban directamente el grupo, cuando el número de individuos era menor a 10. Cuando los grupos eran mayores, se fotografiaban para ser contados posteriormente por dos observadores.

La ecuación propuesta por Oleskius y colaboradores ya ha sido utilizada como ayuda en trabajos previos que tienen como objetivo estimar la abundancia de la Foca Común, al igual que este trabajo (Thompson *et al.* 1997; Fowler y Stobo 2005).

En el presente trabajo la mayor abundancia estacional se estimó para el invierno (por ser temporada reproductiva, ver Anexo I) en todas las islas con un

total de 3,559 individuos (Tabla IV; no se incluye la estimación de la costa, para que sea comparable con el resto de las temporadas), lo cual coincide con algunos trabajos previos en los que se menciona que durante la temporada reproductiva es posible observar el mayor número de individuos en tierra (Pitcher *et al.* 1990; Frost *et al.* 2001; Boveng *et al.* 2003; Simpkins *et al.* 2002). En esta temporada las hembras se encuentran amamantando en tierra y los machos esperando a que las hembras entren en estro para copular (Perry 1998; Bonnes *et al.* 2006). La excepción es la Isla Cedros, ya que durante la temporada de invierno el censo se realizó en un solo día. El conteo comenzó en el lado este de la isla con ruta hacia el norte, el extremo sur de la isla, donde se encuentran la mayor cantidad de colonias y las más numerosas, se contó al fina del día y con la marea subiendo. Tal vez por lo anterior, este conteo de invierno sea menor y poco representativo de esta isla.

La temporada siguiente con respecto a la abundancia estacional es la primavera con una estimación de 3,143 individuos, lo cual coincide con trabajos previos con esta subespecie a lo largo de su distribución. En esta temporada se encuentran en tierra todos los años, hembras y machos mudando, pero no tantos como en invierno debido a que existe una diferencia en el orden de muda de acuerdo a las diferentes categorías de sexo y edad (Hanan 1996; Perrin *et al.* 2002; Daniel *et al.* 2003, ver Anexo I). El proceso de regeneración de pelo involucra un gasto de energía para los individuos, por lo que es una de las temporadas donde la mayor cantidad de ellos se encuentra en tierra descansando (Pitcher 1990; Huber *et al.* 2001; Boveng *et al.* 2003; Daniel *et al.* 2003; Simpkins *et al.* 2003).

La abundancia estacional para el verano muestra un valor de 1,528 individuos, relativamente alto en comparación con la estimación de otoño con un total de 547 individuos. Lo anterior se debe a que en tierra se encuentran los individuos descansando, pero la mayoría están en el mar alimentándose (Allen

et al. 1989; Loya *et al.* 1992; Stewart y Yochem 1994; Thompson *et al.* 1997; Jemison 2001; Lowry *et al.* 2001; Boveng *et al.* 2003; Nickel 2003; Simpkins *et al.* 2003; Reuland 2008). Se ha comprobado que los meses previos a la temporada reproductiva los individuos realizan viajes mas largos de alimentación, mientras que durante la temporada reproductiva los viajes son cortos (Reuland 2008; Baechler *et al.* 2002).

Cabe destacar que el patrón de abundancia estacional es similar en todas las islas estudiadas: mayor cantidad en invierno, seguido de primavera, verano y otoño. Por lo tanto, a continuación se discute las diferencias de abundancia entre islas.

Las islas con la abundancia más alta fueron San Jerónimo, San Roque y Natividad (961, 687, 564 durante el invierno, respectivamente). La explicación a esto incluye la ausencia de competencia por espacio con otras especies (Mortenson *et al.* 1997; García y Morales 2005), la presencia de aguas más productivas alrededor de la isla (Lynn y Simpson 1987; Durazo y Baumgartner 2002; Aguirre *et al.* 2004; Pérez *et al.* 2007; Durazo *et al.* 2005), comparado con el resto de las islas de la región. Durante la temporada de amamantamiento las madres realizan viajes de alimentación; las crías las acompañan, pero no son muy hábiles buceando en sus primeros días de nacidas, por lo que las madres deben realizar buceos cortos para no descuidarlas (Bowen *et al.* 2001). Esto significa que el mayor número de individuos durante la temporada reproductiva deben encontrarse en zonas productivas y con disponibilidad de alimento para que las madres puedan salir a alimentarse sin descuidar por mucho tiempo a la cría. Otras características para explicar la abundancia son el espacio disponible lejos del disturbio por actividades humanas (Suryan y Harvey 1999; Johnson y Acevedo 2007; Becker *et al.* 2009), así como espacio disponible lejos del alcance de los depredadores (Nordstrom 2002).

La mayor abundancia en la Isla San Jerónimo es difícil de explicar, al menos con respecto a San Roque y Natividad. Es decir, San Jerónimo tiene dos de las cuatro características mencionadas en el párrafo anterior; mientras que San Roque y Natividad tienen cuatro y tres de estas características, respectivamente. La foca común comparte la isla (San Jerónimo) con otras dos especies de pinnípedos; el lobo marino de California (*Zalophus californianus*) y la foca elefante del norte (*Mirounga angustirostris*). Además, la isla es pequeña (4,228 m), por lo que se puede suponer que no existe mucho espacio disponible. Sin embargo, es una zona de alta productividad (Pares 1997; Barocio 2006) y probablemente con poca perturbación por actividades humanas. En San Jerónimo no se ha reportado la existencia de depredadores terrestres y sólo está habitada por personal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y pescadores temporales (Samaniego *et al.* 2007). Probablemente, la mayor abundancia de San Jerónimo con respecto a las otras dos (San Roque y Natividad), se deba a que las dos últimas se encuentran en el límite sureño de su distribución. Es decir, San Jerónimo se ubica dentro de la misma provincia zoogeográfica, que las colonias más numerosas en EUA, con respecto al tipo de masa de agua de acuerdo a Vélez-Muñoz (1981). Dicha provincia es considerada una zona de transición donde se forman giros y surgencias costeras y que se localiza frente a la parte sur de California y norte de Baja California (entre 35° y 30°N), región a la que pertenecen las colonias más numerosas en el norte del Pacífico (EUA). Se menciona que dicha provincia es una zona importante en los desplazamientos de especies como la merluza del Pacífico (*Merluccius productus*). En la década de los ochenta la anchoveta del norte (*Engraulis mordax*) presentó un incremento en la biomasa de su captura. Estos datos demuestran que dicha zona de la península es apta para la foca común ya que en ella se encuentran algunas de sus presas principales (Trumble 1995). En cambio, San Roque y Natividad pertenecer a la provincia zoogeográfica de dominio ecuatorial de la Corriente de California (Vélez-Muñoz 1981), la cual se encuentra frente a Baja

California Sur, desde Punta Eugenia hasta Cabo San Lucas, es decir, están más alejadas de las condiciones ideales para la foca común.

La mayor abundancia en Isla San Roque podría deberse a que se encuentra habitada únicamente por la foca común, por lo que no existe competencia con otra especie. En la isla sólo se encuentran uno o dos vigilantes de la Sociedad Cooperativa de California de San Ignacio, SCL (Samaniego *et al.* 2007) y no se ha reportado la existencia de depredadores terrestres. Además, se localiza dentro de la zona influenciada por una contracorriente costera, la cual favorece la generación de surgencias (Pares 1997; Barocio 2006; Juárez *et al.* 2009) que acarrearán agua relativamente fría, salada, rica en nutrientes y deficiente de oxígeno hacia la superficie (Lynn y Simpson 1987).

Isla Natividad está habitada por otras dos especies de pinnípedos: el lobo marino de California (*Zalophus californianus*) y la foca elefante del norte (*Mirounga angustirostris*). En ella existe un poblado de aproximadamente 200 habitantes (Samaniego *et al.* 2007). Sin embargo, es la isla con mayor perímetro de las tres (19,432 m), por lo que el espacio disponible es mayor que San Jerónimo (4,228 m) y San Roque (4,856 m). Además no existen depredadores terrestres (Sáenz-Arroyo de los Cobos com. pers.²), por lo que las focas podrían comenzar a ocupar las playas de arena, hasta ahora no ocupadas. También se considera una zona de alta productividad debido a la presencia de surgencias costeras cerca de la zona (Pares *et al.* 1997).

La Isla Natividad presenta la menor variación de abundancia entre temporadas, por lo que es posible suponer que la isla se encuentra en una zona tan productiva (Pares *et al.* 1997) que las focas no realizan largos viajes

² Andrea Sáenz Arroyo de los Cobos. Comunidad y Biodiversidad A.C. (COBI).

de alimentación (Grigg *et al.* 2009), por lo que el número de individuos es constante a lo largo del año.

En las Islas San Benito se encuentra el menor número de foca común de México. La explicación más evidente es la competencia con el resto de las especies de pinnípedos. Las Benito es el único grupo de islas en donde se pueden encontrar las otras tres especies y entre las tres ocupan gran parte del espacio disponible (Bartholomew y Hubbs 1954; Brownell *et al.* 1974; Anthonellis y Fiscus 1980; Maravilla y Lowry 1996; LeBoeuf y Bonell 198; Gallo 1994; García 2004; Galimberti y Sanvito 2009).

7.3.2 Abundancia Absoluta

La estimación de abundancia absoluta se hizo utilizando el factor de corrección de Huber y colaboradores (2001; FCH) (Tabla V). Se eligió este factor porque se obtuvo a partir de diferentes hábitats; incluyó 8 regiones entre Oregon y Washington (Huber *et al.* 2001). Es importante mencionar que los autores establecieron las fechas de conteo de cada zona basándose en la variación latitudinal de los nacimientos. Esto aseguró que sus conteos se hicieran cuando el mayor número de individuos se encontraba en tierra. El FCH se obtuvo marcando individuos con marcas VHF. Además de marcar ambos sexos, consideraron la proporción de sexos en los diferentes sitios para que sus datos fueran representativos. De esa manera obtuvieron un factor de corrección para cada sitio, considerando la proporción de animales marcados y observados durante los censos aéreos. A pesar de que obtuvieron diferentes factores para cada sitio, las diferencias no fueron significativas. Los autores concluyeron que un factor de 1.53 (± 0.1), se puede usar para los diferentes sitios que estudiaron

El FCH arrojó un total de $6,460 \pm 646$ individuos en las nueve islas de estudio y la costa. Han pasado 20 años desde la única estimación de abundancia que existe hasta el momento (Padilla 1990), donde se reportó un total de 1,715 individuos contados directamente en 7 islas (desde Coronado hasta Natividad), sin ninguna corrección. Esto podría indicar un crecimiento de la población, pero son necesarios más estudios en la zona para determinar la tasa de crecimiento.

Los trabajos previos que mencionan la abundancia de la foca común en México son en su mayoría dirigidos a otros pinnípedos en los cuales se reportan los datos crudos sobre cada especie sin ninguna corrección y sin ser adaptados a las condiciones ideales para cada especie (Anexo II).

El FCH se ha utilizado en la estimación de abundancia de la foca común, de los reportes anuales de la National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA) (NOAA 1997; Lowry y Carretta 2003) y del Southwest Fisheries Science Center (Barlow 2002; Lowry *et al.* 2005), a partir de conteos aéreos en zonas como Alaska, Oregon, Washington y California. Recientemente, Brown *et al.* (2005) y Hardee (2008) emplearon el mismo factor.

Al comparar las estimaciones de abundancia absoluta obtenidos por ambos métodos en este trabajo podemos observar que el valor calculado con la ecuación propuesta por Oleskius y colaboradores 1990 (4,686; Tabla IV) es menor al calculado con el factor de corrección de Huber y colaboradores 2001 (6,166; Tabla V). Tal vez porque la ecuación de Oleskius y colaboradores, se adapta menos a los datos de este trabajo. Cabe mencionar que ambos métodos tienen como objetivo estimar el número de individuos que se encontraban en el mar al momento del conteo, a través de la estimación u obtención de la proporción de animales en tierra durante su estudio.

Los conteos aéreos realizados durante el trabajo de Oleskius y colaboradores incluían diferentes temporadas dentro del ciclo anual de la especie y realizaron algunas correcciones a los conteos antes de calcular la estimación de abundancia. Dichas correcciones no se pudieron realizar a los datos de este estudio por falta de información sobre el máximo de crías en la zona.

La corrección en el trabajo de Oleskius y colaboradores se basa en la fecha en la que fue realizado el conteo de cada región. Esto se debe a que para la Columbia Británica estudios previos han determinado que durante la temporada reproductiva la población aumenta en un 25%, además de que se tiene bien determinada la fecha exacta en la que ocurre el máximo de crías. Esto supone que al inicio de la temporada los conteos deben ser multiplicados por 1.25 para estimar la abundancia absoluta y mientras más cerca de la fecha del máximo de crías se realice el conteo, el factor de corrección es menor, hasta llegar a 1.0 el día exacto del máximo de crías. En este trabajo no fue posible realizar esta corrección porque no se conoce la fecha exacta del máximo de crías. Es por esto que los datos obtenidos para este trabajo podrían ser considerados como una estimación mínima de la población.

Otro factor que podría afectar dicha estimación es el hecho de que existen islas y temporadas en las que sólo existe un contador, por lo que en esos casos no fue posible aplicar la ecuación propuesta. En esos casos se usaron los datos sin corrección; esto también podría provocar una subestimación de abundancia.

7.4 Distribución

7.4.1 Tamaño de la colonia

Para analizar el movimiento de las focas en cada isla, entre temporadas, se utilizaron las agrupaciones de focas, bajo el concepto de “colonia”, la cual es considerada como un individuo o más. Esta definición se ha utilizado en otra subespecie de foca común (*P.v. vitulina*; Harkonen y Harding 2001). El término de tamaño de grupo está definido casi de manera universal en otras especies de mamíferos marinos, sobre todo en cetáceos (Cockcroft y Peddemors 1990; Klnowska 1991; Evans 1975; Bruno *et al.* 2002; Shane *et al.* 1986; Connor *et al.* 2000; Morteo *et al.* 2004. Citados por Rivera 2008). Sin embargo, en trabajos con la foca común y otros pinnípedos, el tamaño de grupo se encuentra definido de diferentes formas (Harkonen y Harding 2001; Fowler *et al.* 2005). Aparentemente, las diferentes definiciones están relacionadas con el enfoque de cada trabajo. La definición de colonia fue la que mejor se adaptó a la forma de registrar los datos en el campo y de esta manera poder explicar los movimientos dentro de la isla.

Se encontró que las colonias pequeñas (1 a 49 individuos) son más frecuentes (94.5%; Fig. 3) que las colonias grandes (>49), lo cual concuerda con otros trabajos en donde se menciona que las colonias de esta subespecie comúnmente se conforman de menos de 50 individuos a lo largo del año (Payne y Seltzer 1989; Hanan 1996; Keple 2002). Al respecto es necesario mencionar que el tamaño de la colonia puede estar determinado por la disponibilidad de espacio. En este trabajo la categoría de sustrato rocoso incluye desde islotes hasta rocas aisladas, esto puede ser determinante en el tamaño de las colonias dentro de este tipo de sustrato, ya que las colonias en rocas aisladas no son mayores a 5 individuos, mientras que las colonias en islotes pueden llegar hasta los 262, como es el caso de “El Caimán” en Isla Cedros o la punta sur de la Isla San Jerónimo donde encontramos colonias de hasta 245 individuos, pero esto está determinado por la extensión de la zona.

Los mapas correspondientes a la temporada de otoño, a pesar de presentarse únicamente en cinco de las nueve islas, muestran una mayor frecuencia de colonias pequeñas (1 a 10 individuos; 86.5%), con gran cantidad de individuos solitarios. Esto puede deberse a que durante esta temporada la mayoría de los animales se encuentra en el mar alimentándose y la actividad en tierra es el descanso (Allen *et al.* 1989; Loya *et al.* 1992; Stewart y Yochem 1994; Thompson *et al.* 1997; Jemison 2001; Lowry *et al.* 2001; Boveng *et al.* 2003; Nickel 2003; Simpkins *et al.* 2003; Reuland 2008).

Durante la temporada de invierno (temporada reproductiva) ocurre un cambio tanto en la distribución de las colonias como en el número de individuos que las conforman. Los tamaños de colonia más frecuentes son de 1 a 10 (51.53%). Además, en esta temporada podemos encontrar las colonias más grandes (mayores a los 51 individuos) y con totales de hasta 245, en la Isla San Jerónimo. Esto puede estar relacionado a que en tierra se encuentran reunidas tanto las madres amamantando, como los machos que esperan copular (Newby 1973; Brown y Mate 1983; Suryan 1995; Trumble 1995). Las hembras forman colonias alejadas de la colonia principal, conocidas comúnmente como “guarderías” (Brown y Mate 1983; Suryan 1995) ya que en grupo es más fácil cuidar a las cría y aumentar su probabilidad de sobrevivir. Al respecto Therune (1996) menciona que el tiempo invertido en vigilar la colonia disminuye mientras aumenta el número de individuos en ésta. Las hembras están muy dispersas en el agua, pero en tierra tienden a agruparse (Van Parijs *et al.* 1997), lo cual coincide con lo observado en este trabajo.

Otra razón por la cual las hembras con cría obtienen ventajas al formar grupos grandes se refiere a los viajes de alimentación. Se cree que si la madre forma parte de colonias grandes en tierra, es capaz de dejar a la cría mientras se va a alimentar. Mientras que si la madre se encuentra en colonias pequeñas

la cría entra al agua con ella mientras se alimenta, y permanece flotando en el sitio donde se sumerge la hembra (Reeves *et al.* 1992; Trumble 1995; Greig 2002; Schultz y Bowen 2004; Bonnes *et al.* 2006).

En los mapas para la temporada de primavera de manera general se observa una mayor separación de las colonias. Se encuentran colonias de todos tamaños, aunque predominan las colonias pequeñas (de 1-10 individuos, 64.67%), aunque volvemos a encontrar colonias grandes de hasta 262 en Isla Cedros. Los individuos tienden a agruparse en tierra durante la muda debido a que las altas temperaturas del aire permiten que la temperatura de la piel aumente, lo cual favorece el crecimiento del pelo. Se ha sugerido que la foca común puede mudar en el agua pero sale a tierra para conservar energía debido a que significa menor gasto de energía (Daniel *et al.* 2003).

Para la temporada de verano observamos la ausencia de colonias numerosas. El aumento en la presencia de individuos solitarios o de las colonias pequeñas es muy notorio (1-10 individuos; 74.83%). Cabe mencionar que las salidas de campo correspondientes al verano fueron realizadas durante el comienzo de un año El Niño (NOAA 2009), lo cual pudo afectar de manera importante a la distribución de los individuos, así como a la composición de las colonias. Se ha demostrado que durante El Niño los conteos de foca común disminuyen de manera significativa. Se menciona que esto se debe posiblemente a que a causa del cambio en las condiciones del mar, los individuos pasan más tiempo en el agua alimentándose, por lo que se observa un menor número de individuos en tierra (Becker *et al.* 2009).

El análisis sobre la distribución temporal de las colonias dentro de cada isla, incluyó otros factores como el sustrato y la exposición a un mayor o menor oleaje; para conocer algunas tendencias y plantear nuevas preguntas en trabajos futuros.

7.4.2 Tipo de Sustrato

La caracterización del tipo de sustrato que conforma cada una de las islas fue realizada debido a que trabajos previos mencionan la preferencia de la foca común por los sustratos rocosos (Montgomery *et al.* 2007). De esta manera se pudo obtener las primeras inferencias sobre la preferencia de algún tipo de sustrato para la foca común de esta zona.

En la Tabla VI se puede observar que en todas las islas, el sustrato de roca representa el mayor porcentaje. La excepción es San Benito Centro en donde la categoría de “otro” es la que presenta el mayor porcentaje (47%), mientras que la roca representa el 34%. Sin embargo, una gran proporción de la categoría “otro”, en este caso está representado por tipo de sustrato Canto/Roca (ver la línea verde en las figuras 23, 24 y 25). En los mapas se puede observar que, de manera general, la mayoría de las colonias, sin importar la temporada del año, se encuentran en sustratos rocosos (Figs 4 a 35). Lo mismo se puede observar en la Tabla VI y esto coincide con lo reportado para regiones como Alaska (Montgomery *et al.* 2007). La única excepción es San Martín en donde el sustrato de arena sólo representa el 3% de la isla; pero es ahí en donde se encuentra el 85% de los individuos durante el invierno (temporada reproductiva). Existen otras islas con un mayor porcentaje de arena como sustrato (Benito, Cedros, Natividad, San Roque y Asunción, Tabla VI), sin que exista mayor cantidad de animales en esas playas. La mayor cantidad de individuos en la playa de arena en San Martín, durante invierno, es difícil de explicar. Podría deberse a que es una zona más protegida con respecto a las playas de arena que se encuentran en el resto de las islas. Nickel 2003 menciona que cuando una playa de arena es segura (protección al oleaje y viento), las focas comunes las prefieren para la crianza, que los sustratos de roca. Describe los sustratos arenosos como aptos para el descanso, crianza, muda y protección de las crías.

La foca común ha mostrado preferencia por diferentes tipos de sustratos dependiendo de la disponibilidad de espacio en la zona. Trabajos realizados en islas como San Miguel, San Nicolas y Santa Rosa, California han demostrado la presencia de colonias de foca común principalmente en playas de arena y grava, además de algunos individuos en rocas localizadas en la zona intermareal (Stewart y Yochem 1994). En otras zonas como California mencionan la preferencia de la Foca Común por playas arenosas, mientras que otros trabajos realizados en Canadá, y otros sitios de EUA mencionan la preferencia por sustratos rocosos, principalmente rocas aisladas, las cuales se descubren únicamente en marea baja (Payne y Schneider 1984; Hanan 1996; Terhune y Brillant 1996; Bjorge *et al.* 2002; Adkinson *et al.* 2003; Montgomery *et al.* 2007), lo cual concuerda con lo encontrado en este trabajo, en el que el 82.72 % de los individuos fueron observados en sustrato rocoso. Esto ocurre principalmente en invierno, en el que se menciona que las madres con cría prefieren sustratos rocosos debido a que actúan como rompevientos, es decir, como protección (Montgomery *et al.* 2007), además de que son zonas que permiten el rápido acceso al agua en caso de algún disturbio, ya sea humano o por depredadores terrestres (Terhune y Brillant 1996).

Con respecto a la localización de las colonias en la costa podemos observar que a pesar de que la costa presenta extensas playas de arena, las colonias de foca común se localizan principalmente en playas de canto rodado, las cuales son cuevas pequeñas las cuales se encuentran protegidas del viento y el oleaje lo cual es determinante en la selección del sitio de descanso de esta especie (Bjorge *et al.* 2002). Mientras que las playas de arena cuentan con acceso tanto a los humanos como a los depredadores terrestres (Trabajo de campo 2009) Estas playas de canto rodado también están protegidas del acceso a depredadores terrestres (Nordstrom 2002) o del disturbio humano (Roffe y Mate 1984; Yochem *et al.* 1987; Trumble 1995; Suryan y Harvey 1999; Johnson y Acevedo 2007) debido a son cuevas ocultas. También se observó la

presencia de algunas colonias en bajos arenosos que únicamente se descubren en marea baja, como es el caso del bajo frente a Bahía San Quintín y el Estero de Punta Banda.

7.4.3 Exposición al oleaje

Con base en la forma en la que se definió la exposición al oleaje en Método, es importante mencionar la zona expuesta o protegida de cada isla. En las Islas Coronado, Todos Santos, San Martín, San Jerónimo, San Benito, Cedros y Asunción se considera que el lado protegido es la parte este y sur de cada una de ellas, mientras que la zona expuesta se encuentra en el norte y la parte oeste de las mismas. En el caso de las Islas Natividad y San Roque, la zona expuesta se considera el lado oeste y el norte de estas, mientras que la parte protegida es la parte este y sur, al igual que el resto de las islas. Pero en estas últimas también se consideran como protegidas las playas que se encuentran en el centro de la isla, tanto en el norte como en el sur debido a su configuración geográfica. (Longitud Máxima – este-oeste)

La ubicación de las colonias dentro de cada isla con respecto a la exposición al oleaje, varía entre las temporadas del año. Durante el invierno la mayoría de las colonias se encuentran del lado protegido de la isla, esto coincide con otros trabajos donde mencionan que la foca común elige sitios protegidos del oleaje para formar sus colonias, principalmente durante la temporada reproductiva (Suryan 1995, Montgomery *et al.* 2007). Durante la primavera podemos observar mayor dispersión de las colonias, podemos suponer que durante esta temporada la exposición al oleaje no es un factor tan importante. Tal vez, fuera de la temporada reproductiva, la importancia radica en la disponibilidad de espacio, ya que en esta temporada los individuos se encuentran en muda, por lo que buscan playas extensas donde poder hacerlo (Hanan 1996). Durante las temporadas de otoño y verano se observan pocas colonias tanto del lado expuesto como del protegido. Esto se debe a que

durante estas temporadas únicamente se encuentran individuos descansando en tierra, por lo que es posible que la distribución no dependa de la protección, sino del acceso a zonas productivas ya que muchos de los individuos se encuentran en el mar alimentándose (Allen *et al.* 1989; Loya *et al.* 1992; Stewart y Yochem 1994; Thompson *et al.* 1997; Jemison 2001; Lowry *et al.* 2001; Boveng *et al.* 2003; Nickel 2003; Simpkins *et al.* 2003; Reuland 2008).

Al analizar más a detalle cada isla y sus diferencias temporales podemos observar que islas como Coronados y Todos Santos fueron visitadas durante las 4 temporadas y en ambas islas. En las Islas Coronado las colonias se encuentran principalmente del lado protegido de la isla, principalmente en invierno, mientras que en las Islas Todos Santos, en invierno, las colonias se encuentran principalmente en el lado expuesto de la isla, debido a que esta es una zona de la isla en la que el disturbio humano es muy bajo, por lo que es posible decir que el disturbio humano es un factor que afecta de manera más importante que la exposición al oleaje y el viento en la distribución de las colonias de foca común en la Isla Todos Santos, principalmente durante el invierno. En el caso de primavera en ambas islas se observa una mayor separación de las colonias sin importar tanto la exposición al viento y el oleaje.

Isla San Martín presenta pocas colonias a lo largo del año, con la mayor concentración en la conocida “Laguna de las focas” (Padilla 1990), una playa arenosa extensa protegida por un rompeolas rocoso. Cuando esta colonia es perturbada, los individuos se arrojan al agua y salen a descansar en el rompeolas. El resto de las colonias se localizan principalmente del lado protegido de la isla, lo cual fue posible observar en las cuatro estaciones del año en las que fue visitada la isla. Esto comprueba su preferencia por estos sitios.

Por su parte, Isla San Jerónimo presenta una punta rocosa con una colonia importante de foca común en el sur de la isla, especialmente durante el invierno y la primavera. Dicha punta se localiza del lado protegido de la isla por lo que es un sitio ideal para las madres con cría y los individuos mudando respectivamente.

Isla Cedros presenta un islote de especial importancia para la foca común, este islote rocoso, conocido como "El Caiman" alberga una colonia de más de 50 individuos, aunque el número varía dependiendo de la temporada del año. Siempre se observa la presencia de esta subespecie en el sitio el cual se localiza en el extremo sur de la isla del lado expuesto. Esta isla presenta una población humana residente de 4,500 habitantes aproximadamente (Samaniego *et al.* 2007). Dicha población se localiza al sur de la isla en el lado este. Al observar la distribución de las colonias de focas en esta isla podemos ver que la mayoría de éstas se encuentran alejadas del pueblo, esto demuestra la poca tolerancia de esta especie al disturbio y su preferencia por sitios alejados de comunidades humanas (Suryan y Harvey 1999; Montgomery *et al.* 2007).

Durante el trabajo de campo en Isla Cedros los pescadores locales comentaron que hace tiempo era posible observar colonias de foca común en las playas arenosas alrededor de la isla, pero estas desaparecieron debido a la presencia de perros ferales, depredadores que atacaban a las crías, por lo que se movieron a otras zonas. Por lo tanto, aunque existan en la isla playas con espacio disponible y protegidas del oleaje, la foca común prefiere salir a descansar en sitios menos protegidos cuando existe la amenaza por depredadores terrestres o por disturbio de actividades humanas (Nordstrom 2002), lo cual concuerda con la información otorgada por los pescadores de la isla.

Las Islas San Benito presentan una gran variación en los números de colonias de foca común a lo largo del año. La mayoría de éstas se encuentran en la parte sur de estas islas, principalmente en las Isla Este y Oeste. La Isla Este es considerada la más protegida de las tres debido a que es la más cercana a la costa, por lo que las otras dos islas reciben más directo el embate de las olas. Esto se debe a que como se mencionó anteriormente, el oleaje está en función del viento predominante del noroeste a lo largo del año (Castro y Martínez 2009). En el caso de la Isla Oeste, las colonias se localizan principalmente en la región sur, la cual es considerada como una parte protegida de la isla, además del lado este de la misma, en el cual se observan algunas colonias, principalmente durante el invierno.

Isla Natividad es una isla en la que las focas salen a descansar en ambos lados de ésta formando grandes colonias (Fig. 26 a 28). Esto posiblemente se debe a la forma de la isla, ya que su longitud máxima va de este a oeste y presenta extremos anchos, por lo que en el centro se forman playas protegidas por estos. Las colonias de foca común probablemente eligen estas playas para salir a descansar debido a que no están expuestas a la acción del oleaje y el viento. Esta distribución se observa a lo largo del año.

Isla San Roque presenta una gran variedad de sustratos predominando el sustrato rocoso, lo cual favorece la presencia de foca común. Esta isla tiene una forma similar a Isla Natividad, con la diferencia de que es menos alargada hacia los lados, pero esto le genera playas protegidas del embate de las olas, sobre todo en el extremo sur de la isla, en el cual se concentran individuos durante el invierno (Fig. 29). Durante esta misma temporada la mayoría de los individuos se concentran en el extremo este de la isla, es decir, del lado protegido. Para la primavera observamos mayor dispersión de los individuos, como se observa en el resto de las islas debido a que éstos buscan mayor espacio para mudar.

Isla Asunción presenta colonias pequeñas y con una distribución constante a lo largo del año, localizadas en el extremo norte de la isla. Esto se debe a que dicha isla tiene una colonia importante de lobo marino de California, por lo que tal vez la competencia por espacio obliga a la foca común a permanecer en la zona de mayor exposición al oleaje.

Durante este trabajo también fue posible realizar el primer mapa de distribución de la foca común a lo largo de la costa, desde Ensenada hasta Bahía Asunción. De manera general pudimos observar que la mayoría de los individuos se concentran en el norte de la Península de Baja California, principalmente en playas de bolsillo de canto rodado, protegidas del oleaje y el viento.

Las barras arenosas localizadas dentro de Bahía San Quintín y el Estero de Punta Banda son los únicos dos sitios en la costa que han sido reportados previamente como zonas importantes para la formación de colonias de foca común debido a la presencia de crías durante la temporada de invierno (Loya *et al.* 1992).

Es posible suponer que la foca común sea más abundante en la zona norte de la península debido a la influencia de la masa de agua subártica que se caracteriza por sus bajas temperaturas y alta productividad, la cual proviene del norte, donde se origina esta especie (Allen 1880, citado por Gallo y Aurióles 1984; Gallo y Aurióles 1984; Reeves *et al.* 1992). Los trabajos previos mencionan que los primeros hallazgos de esta especie fueron en zonas frías como Canadá (Allen 1880, citado por Gallo y Aurióles 1984), lo que distingue a esta especie como originaria de aguas frías.

La presencia de foca común hasta Isla Asunción (27°N), y probablemente más al sur se puede explicar con el trabajo de Durazo y Baumgartner (2002), en donde se reporta la evolución en las condiciones oceanográficas de Baja California entre 1997 y 1999. Se describe la variación en las condiciones oceanográficas para la península durante periodos de El Niño y No Niño. En la Figura 36 se puede observar la influencia de tres tipos principales de masas de agua, subártica, tropical y superficial subtropical. La masa de agua subártica (SAW) entra a la Corriente de California desde el norte y forma un núcleo de agua con baja temperatura, baja salinidad, muy oxigenada y altamente productivo, el cual se puede encontrar entre la superficie y los 100 metros de profundidad. Por su parte, la masa de agua superficial subtropical (StSW) es una masa de agua caliente y con alta salinidad que proviene del oeste. La masa de agua tropical presenta baja salinidad y alimenta principalmente al Golfo de California.

La mezcla en los límites de la SAW y la StSW originan la masa de agua transicional (TrW), localizada comúnmente al sur de Punta Eugenia, aunque la posición de esta masa de agua varía estacionalmente. Durante condiciones intensas del fenómeno El Niño, aumenta la entrada de la StSW, lo cual provoca una menor intensidad de la entrada de la SAW y se observan aguas más calidas en la zona y la SAW llega únicamente hasta los 23°N . Mientras que en condiciones de No Niño esta masa de agua puede llegar hasta la latitud de los 25°N , incluso continuar como corriente costera y en ocasiones entrar al Golfo de California.

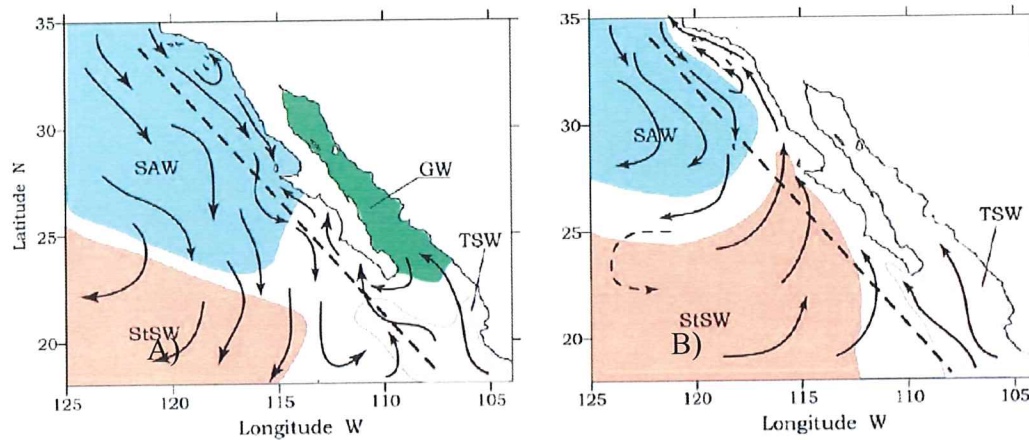


Figura 36: mapa de la península de Baja California en el que se observa la presencia de tres masas de agua principales subártica (SAW), tropical (TSW) y superficial subtropical (StSW) durante condiciones No Niño (A) y condiciones El Niño (B) (Tomada de Durazo y Baumgartner 2002).

Es probable que la presencia de aguas frías y productivas provenientes del norte de la península provoque que la FCPO forme colonias en esta zona, y llegue hasta Bahía Asunción debido a la influencia de la SAW (Durazo y Baumgartner 2002). Incluso es posible suponer la presencia de esta especie más al sur de Isla Margarita debido a que esta masa de agua, en condiciones No Niño puede llegar más al sur de Punta Eugenia o entrar al Golfo de California como se mencionó anteriormente.

Como ejemplo existen trabajos que reportan la presencia de individuos de FCPO en Bahía Magdalena (Chávez y Gardner 1999). A pesar de ser un número chico mencionan la posible existencia de una colonia residente en la zona aunque no se han hecho estudios que lo comprueben.

8. CONCLUSIONES

- La temporada reproductiva de la foca común inicia aproximadamente la tercera semana de enero y termina en el mes de marzo, lo cual corresponde a la temporada de invierno.
- Se confirma que la temporada de invierno es la mejor para la estimación de abundancia absoluta, debido a que se observa el mayor número de individuos en tierra, por ser temporada reproductiva.
- Durante la primavera ocurre la muda de esta subespecie en la zona. Inicia en el mes de marzo y termina en junio aproximadamente debido a la variación en cuanto a su temporalidad.
- Las temporadas de otoño y verano fueron consideradas como estaciones de transición para esta especie debido a que no ocurre ningún evento importante dentro de su ciclo anual, aunque permiten una estimación de abundancia relativa para observar diferencias temporales.
- Las réplicas en los conteos permiten tener una mejor estimación, siempre y cuando la variación entre ellos no sea muy alta (repetibilidad ≥ 0.95).
- Los conteos de fotografías-lancha resultaron menores que los conteos directos-lancha en el 66% de los casos debido al efecto del disturbio, ya que muchos individuos al detectar la presencia de la lancha, entran al agua. Esto aumenta en la temporada reproductiva en la que las madres se encuentran en constante estado de alerta.

- Los conteos desde tierra no fueron útiles en esta ocasión para corroborar los conteos directos debido a la accidentada topografía de la isla y el disturbio causado a la especie durante dichos conteos.
- Los censos aéreos deben ser realizados en fechas cercanas a los censos desde panga si el objetivo es comparar los conteos. Si el objetivo es estimar abundancia se recomienda realizar los censos aéreos en fechas más cercanas al máximo de crías.
- Se recomienda el uso de los conteos directos-lancha con réplica sobre los conteos fotografía-lancha y conteos-tierra, para estudios de foca común en México.
- Este trabajo permitió actualizar y ampliar el área de distribución de la *Phoca vitulina richardsi* en México, ya que se encuentra en las nueve islas estudiadas (Coronados, Todos Santos, San Martín, San Jerónimo, San Benito, Cedros, Natividad, San Roque y Asunción) y la costa occidental de la Península de Baja California, desde Ensenada hasta Bahía Asunción.
- Existen colonias reproductivas en toda la distribución reportada en este trabajo y por primera vez se incluye a la Isla San Roque.
- Los conteos aéreos no fueron de utilidad debido a que fueron realizados un mes después que los conteos directos-lancha, lo cual hace imposible la comparación.
- Al utilizar la ecuación propuesta por Oleskius y colaboradores para comparar la abundancia estacional, se determinó que la mayor abundancia ocurre en invierno, seguida por primavera, verano y otoño.

- La mayor abundancia de individuos se observa durante el invierno debido a que es la temporada reproductiva en la que se encuentran machos esperando copular y parejas de madres con cría en tierra.
- La mayor abundancia en invierno se observó en las Islas San Jerónimo, San Roque y Natividad (961, 687, 564 respectivamente) debido a que estas islas no presentan competencia por espacio con otras especies, se encuentran en una zona de aguas productivas, están lejos del disturbio por actividades humanas, así como espacio disponible lejos del alcance de depredadores.
- Aunque la mayor abundancia en invierno en Isla San Jerónimo es difícil de explicar, se supone que se debe a que se localiza dentro de la misma provincia zoogeográfica que las colonias numerosas al norte del Pacífico (EUA), la cual se considera una zona de transición que presenta surgencias costeras.
- La mayor abundancia en San Roque se debe principalmente a la ausencia de competencia por espacio al ser una isla únicamente habitada por foca común (y no otras especies de pinnípedos) a lo largo del año.
- Isla Natividad es la isla que presenta menor variación en la abundancia de Foca Común a lo largo del año. Esto puede deberse principalmente a que se encuentra en una zona de alta productividad, por lo que los individuos no necesitan viajar largas distancias para alimentarse.
- La estimación de abundancia absoluta arrojó un total de 6,460 (± 646) individuos en las nueve islas de estudio y la costa. Este dato es mayor que el obtenido hace 20 años de 1,715 individuos.

- Se presenta el primer mapa de ubicación de colonias de la *Phoca vitulina richardsi*, a lo largo de la costa occidental de la Península de Baja California, desde Ensenada, B.C. hasta Bahía Asunción, B.C.S. con la mayor concentración de colonias en el norte de la península.
- Las colonias de foca común son comúnmente pequeñas (1-49 individuos) con una frecuencia del 94.5% a lo largo del año.
- Durante el invierno es posible observar colonias de hasta 262 individuos en Isla San Jerónimo debido a que las madres forman grupos para el cuidado de las crías, lo cual aumenta sus probabilidades de sobrevivir, mientras que durante la primavera las colonias tienden a estar más separadas entre sí.
- El sustrato predominante de las islas de estudio fue el rocoso. Dicho sustrato mostró ser de gran importancia para la formación de colonias de foca común en esta región, aunque aparentemente depende más de la disponibilidad de espacio.
- La ubicación de las colonias dentro de cada isla con respecto a la exposición al oleaje varía entre temporadas del año. Durante el invierno la mayoría de las colonias se encuentran en el lado protegido de la isla mientras que durante la primavera se observa una mayor dispersión de las colonias, lo cual hace posible suponer la baja influencia del oleaje durante esta temporada.

9. RECOMENDACIONES

- Utilizar siempre más de un contador durante los conteos directos y en las fotografías para corroborar los conteos y obtener mejores resultados.
- Realizar pruebas de repetibilidad para corroborar la eficiencia de los contadores.
- Adaptar los conteos a condiciones de marea baja para observar el mayor número de individuos en tierra.
- Realizar un estudio donde se determine la fecha del máximo de crías en la zona de estudio para poder adaptar los conteos a fechas cercanas a ésta.
- Si el objetivo de los conteos aéreos es corroborar los conteos desde lancha, éstos deben ser realizados en fechas cercanas.
- Realizar observaciones en Isla Magdalena e Isla Margarita debido a la posible presencia de esta subespecie en la zona.
- Realizar un análisis multivariado para poder determinar qué factores afectan la distribución de esta subespecie.
- Es necesario realizar estudios sobre el comportamiento reproductivo de la especie en la zona.
- Es necesario evaluar la interacción de esta subespecie con los pescadores y el turismo dentro de las zonas de distribución para proponer medidas de conservación.

10. LITERATURA CITADA

- Adkinson, M., Quinn, T. y Rascal. 2003. Evaluation of the Alaska harbor seal (*Phoca vitulina*) population survey a simulation study. *Marine Mammal Science*. 19(4):764-790.
- Aguirre, E.G., Gaxiola, S., Nájera, T., Baumgartner, M.K. y B.G. Mitchel. 2004. Phytoplankton absorption, photosynthetic parameters, and primary production off Baja California: summer and autumn 1998. *Deep Sea Research II*. 51:799-816.
- Allen, J.A. 1902. The hair seals (Family Phocidae) of the North Pacific Ocean and Bering Sea. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 16-459-499
- Allen, S. 1985. Mating behavior in the harbor seal. *Marine Mammal Science*. 1(1):84-87.
- Antonelis, G. A. Jr. y C.H. Fiscus. 1980. The pinnipeds of the California current. *CalCOFI Report*. 21: 68-77.
- Anthony, A.W. 1925. Expedition to Guadalupe Island, Mexico in 1922. The birds and mammals. *Proceedings of the California Academy of Science*. 14(13):277-320.
- Baechler, J., Beck, C.A. y D.Bowen. 2002. Dive shapes reveal temporal changes in the foraging behaviour of different age ad sex classes of harbour seals (*Phoca vitulina*). *Canadian Journal of Zoology*. 80 (9):1569-1577.
- Barlas, M.E. 1999. The distribution and abundance of harbor seal (*Phoca vitulina concolor*) and gray seal (*Halichoerus grypus*) in southern New England, winter 1998 – summer 1999. Thesis for the degree of Master of Science. Boston University. 52 pp.
- Barlow, J. 2002. Report of the California harbor seal abundance workshop March 28-29, Southwest Fisheries Science Center. *Administrative Report*. LJ-02-04.
- Barocio, O.A. 2006. Variabilidad especial y temporal del coeficiente de absorción y pigmentos del fitoplancton de la Corriente de California. Universidad Autónoma de Baja California FCM-IIO. Tesis de doctorado.

- Bartholomew, G.A. Jr. y C.L. Hubbs. 1952. Winter population of pinnipeds about Guadalupe, San Benito and Cedros islands, Baja California. *Journal of mammalogy*. 33(2):161-171.
- Bayer, R.D. 1985. Six years of harbor seal censusing at Yaquina Estuary, Oregon. *Murrelet*. 66(2):44-49
- Becker, B.H., Press, D.T. y S.G. Allen. 2009. Modeling the effects of El Niño, density dependence, and disturbance of harbor seal (*Phoca vitulina*) counts in Drake Estero, California 1997-2007. *Marine Mammal Science*. 25(1):1-18
- Bengtson, J.L., Phillips, A.V., Mathews, E.A. y M.A. Simpkins. 2007. Comparison of survey methods for estimating abundance of harbor seal (*Phoca vitulina*) in Glacial Fjords. *Fishery Bulletin*. 105: 348-355.
- Berta, A., Sumich, J.L. y K.M. Kovacs. 2006. Marine Mammals: Evolutionary Biology. 2nd. edition. 547 pp. Academic Press. San Diego, California, EE.UU. 494 pp.
- Bjorge, A., Ekkby, T. y E. Bryant. 2002. Summer home range and habitat selection of harbor seal (*Phoca vitulina*) pups. *Marine Mammal Science*. 18(2):438-454.
- Bjorge, A., Oien, N. y K.A.Fagerheim. 2007. Abundance of harbour seal (*Phoca vitulina*) in Norway based on aerial survey and photographic documentation of hauled out during the moulting season 1996 to 1999. *Aquatic Mammals*. 33(3):269-275.
- Bonnes, D.J., Bowen, W.D., Buhleier, B.M. G.J. Marshall. 2006. Mating tactics and mating system of an aquatic mating pinniped: The harbor seal, *Phoca vitulina*. *Behaviour Ecology Sociobiology*. 61:119-130
- Boveng, P., Bengtson, J., Withrow, D., Cesarone, J., Simpkins, M., Frost, K. y J. Burns. 2003. The abundance of harbor seals in the Gulf of Alaska, *Marine Mammal Science*. 19(1):11-127.
- Bowen, W.D., Iverson, S.J., Boness, D.J. y T. Oftedal. 2001. Foraging effort, food intake and lactation performance depend on maternal mass in small phocid seal (*Phoca vitulina*). 2001. *Functional Ecology*. 15(3):325-334.
- Brown, R.F. y B.R. Mate. 1983. Abundance, movements and feeding habits of harbor seal (*Phoca vitulina*), at Netarts and Tillamook Bays, Oregon. *Fishery Bulletin*. 81(2):291-301.

- Brown, R., Wright, B., Riemer, S., y J. Laake. 2003. Trends in abundance and current status of harbor seals in Oregon: 1977-2003. *Marine Mammal Science*. 21(4): 655-670.
- Brownell, R., De Long, R.L. y R.W. Schreiber. 1974. Pinnipeds Populations at Islas de Guadalupe, San Benito, Cedros and Natividad, Baja California, in 1968. *Journal of Mammalogy*. 55(2):469-472.
- Carter, H.R., Withworth, D.L., McLaver, W.R., Bulger, J.B. y G.J. McChesney. 1996. Survey of Xantu's urrelets (*Synthliboramphus hypoleucus*) and other marine birds at Islas Coronados, Baja California Norte, México, on 23-25 April 1995. *Unpubl. Final report. National Biological Services*. California Science Center. Dixon, California. 24 pp.
- Castro, R. y A. Martínez. 2009. Variabilidad espacial y temporal del campo de viento frente a la península de Baja California. "Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL)". Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California: 1997-2007. CICESE-INE-UABC.
- Chávez, S. y S.C. Gardner. Recent harbour seal (*Phoca vitulina richardsi*) pup sightings in Magdalena Bay, Baja California Sur, México. *Aquatic mammals*. 25(3):169-171
- Cottrell, P., Jefries, S., Beck, B. y P. Ross. 2002. Growth and development in free-ranging harbor seal (*Phoca vitulina*) pups from southern British Columbia, Canada. *Marine Mammal Science*. 18(3):721-733.
- Coyle, J. y N.C. Roberts. 1975. A field guide to the common and interesting plants of Baja California. Natural History Publishing Company La Jolla, California. 206 pp.
- Daniël, R.G., Jemison, L.A., Pendleton G.W. y S.M. Crowley. 2003. Molting phenology of harbor seal on Tugidak Island, Alaska. *Marine Mammal Science*. 19(1):128-140
- De Kay, J.E. 1842. Natural history of New York. Part I, Zoology of New York, or the New York fauna; comprising detailed descriptions of all the animals hitherto observed within the state of New-York, with brief notices of those occasionally found near its borders and accompanied by appropriate illustrations. Part 1, Mammalia, Thurlow Weed, Albany. Xvi + 146 pp + 33 plates.
- Doutt, K. 1942. A review of the genus *Phoca*. *Annals of the the Carnegie Museum* 29: 61-125.

- Durazo, R. y T.R. Baumgartner. 2002. Evolution of oceanographic conditions off Baja California: 1997-1999. *Progress in Oceanography*. 54:7-31.
- Durazo, R., Gaxiola, G., Lavaniegos, B., Castro, R., Gómez, J. y A. Mascarenhas. 2005. Condiciones oceanográficas frente a la costa occidental de Baja California, 2002-2003: Influencia de un niño débil y el incremento de agua subártica. *Revista Ciencias Marinas*. 31(3):537-552
- Eguchi, T. y J. Harvey. 2005. Diving behavior of the Pacific Harbor Seal (*Phoca vitulina richardii*) in Monterey Bay, California. *Marine Mammal Science*. 21(2):283-295.
- Frost, K., Simpinks, M., Small, R. y L. Lowry. 2006. Development of diving by harbor seal pups in two regions of Alaska: Use of water column. *Marine Mammal Science*. 22(3):617-643.
- Fowler, M. y W.T. Stobo. 2005. Sources of variability in aerial survey counts of harbour seals on haul out sites in the Bay of Fundi. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Science*. 26 pp.
- Galimberti, F. y S. Sanvito. 2009. Research on elephant seals of the San Benitos Island. *Annual report 2008-2009*. Unpublished report.
- Gallo, J.P. y D. Aurióles. 1984 Distribución y estado actual de la población de la foca común (*Phoca vitulina richardsi* (Gray, 1864)), en la península de Baja California, México. *Ser. Zoología* 2:323-332.
- Gallo, J.P. 1994. Factors affecting the populations status of Guadalupe fur seal, *Arctocephalus townsendi* (Merriam, 1897), at Isla Guadalupe, Baja California, México. Dissertation for the degree Doctor of Philosophy. University of California. 198 pp.
- García, M.C. 2004. Demografía y ecología de la conducta del elefante marino del norte (*Mirounga angustirostris*) en las Islas San Benito, México. Tesis de doctorado. CICESE. 159 pp.
- García, M.C. y E. Morales. 2005. Estimating the haul-out population size of a colony of Northern elephant seal (*Mirounga angustirostris*) in Mexico, based on mark-recapture data. *Marine Ecology Progress Series*. 297:297-302
- Gisiner, R., Condit, R., Landino, S. y B.J. LeBoeuf. 1980. Report of Scripps Institute of Oceanography Expedition to Baja California Islands. Feb.11-22. University of California, Sta. Cruz. 52 pp.

- Gray, J.E. 1864. Notes on seals (Phocinae), including the description of a new seal (*Halicyon richardii*) from the west coast of North America. *Proceedings of the Zoological Society of London* 1864:27-34.
- Greig, D.J. 2002. Pregnancy and parturition rates of harbor seals in Monterey Bay, California. Thesis for the degree Master of Science. San Jose State University. 68 pp.
- Grigg, E.K., Green, D.E. Allen, S.G. y H. Markowitz. 2002. Nocturnal and diurnal haul-out patterns of harbour seals (*Phoca vitulina richardsi*) at Castro Rocks, San Francisco Bay, California. *California Fish and Game*. 88(1):15-27.
- Hanan, A. 1996. Dynamics of abundance and distribution for Pacific Harbor Seal, *Phoca vitulina richardsi*, on the Coast of California. Dissertation for the degree Doctor of Philosophy. University of California. 143 pp.
- Hardee, S.E. 2008. Movements and home ranges of harbor seal (*Phoca vitulina*) in the inland waters of the Pacific Northwest. Thesis for the degree Master of Science. Washington University. 148 pp.
- Härkönen, T. y K.C. Harding. 2001. Spatial structure of harbour seal populations and the implication thereof. *Canadian Journal of Zoology*. 79:2115-2127.
- Hayes, S., Costa, D., Harvey, J. y B. Le Boeuf. 2004. Aquatic mating strategies of the male pacific harbor seal (*Phoca vitulina richardii*): Are males defending the hotspot?. *Marine Mammal Science*. 20(3): 639-656.
- Hayes, S.A., Pearse, D.E., Costa, D.P., Harvey, J.T., LeBoeuf, B.J. y J.C.Garza. 2006. Mating system and reproductive success in Eastern Pacific harbour seals. *Molecular Ecology*. 15(10):3023-3034.
- Henriksen, G. 1997. A review of the distribution and abundance of harbor seals, *Phoca vitulina*, on Svalbard, Norway, and in the Barents Sea. *Marine Mammal Science*. 13(1):157-163.
- Huber, H.R. Jefries, S.J. Brown, R.F. DeLong, R.L. y G. VanBlaricom. 2001. Correcting aerial counts of harbor seal (*Phoca vitulina richardsi*) in Washington and Oregon. *Marine Mammal Science*. 17(2):276-293.
- Jefries, S.J. y M.J. Johnson. 1990. Population status and condition of the harbor seal, *Phoca vitulina richardsi*, in the waters of the state of Washington; 1975-1980. Final Report to U.S. Marine Mammal Commission in fulfillment of Contract No. MM7AC030. 70 pp.

- Jemison, L. y B. Kelly. 2001. Pupping phenology and demography of harbor seals (*Phoca vitulina richardsi*) on Tugidak Island, Alaska. *Marine Mammal Science*. 17(3):585-600.
- Jemison, L., Pendleton, G., Wilson, C. y R. Small. 2006. Long-term trends in harbor seal numbers at Tugidak Island and Navak Bay, Alaska. *Marine Mammal Science*. 22(2):329-360.
- Johnson, A. y A. Acevedo. 2007. Regulation compliance by vessels and disturbance of harbor seal (*Phoca vitulina*). *Canadian Journal of Zoology*. 85:290-294.
- Juárez, M.C., Hernández, J.M., Durazo, R., Lara, R., Gaxiola, G., Siqueiros, A. y O. Salmerón. 2009. Variación espacial y temporal del pH frente a las costas de Baja California. Ed. INE-CICESE. 10 Años de IMECOCAL. Instituto Nacional de Ecología y Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. En Prensa.
- Kappe, A.L., Bijsma, R., Osterhaus, A.D.M.E., Van Delden, W. y L. Van de Zade. 1997. Structure and amount of genetic variation at minisatellite loci within the subspecies complex of *Phoca vitulina* (The harbor seal). *Heredity*. 78:457-463.
- Kenyon, K.W. y V.B. Scheffer. 1953. The seal, sea lions and sea otter of the Pacific coast, U.S. Fish Wildl. Serv. Leaflet, 344, 28 pp.
- Keple, A. 2002. Seasonal abundance and distribution of marine mammals in the southern strait of Georgia, British Columbia. Thesis for the degree Master of Science. Malaspina University. 94 pp.
- King, J. 1964. Seals of the World. British Museum and Cornell University Press. London. 154pp.
- King, J. 1983. Seals of the World. British Museum and Cornell University Press. London. 240pp.
- Krumbein, W.C., y L.L. Sloss. 1963. Stratigraphy and sedimentation. 2nd. edition. Freeman, San Francisco.

- Lamont, M., Vida, J.T., Harvey, J., Jefries, S., Brown, R., Huber, H., DeLong, R. y W. Thomas. 1996. Genetic substructure of the Pacific harbor seal (*Phoca vitulina richardsi*) off Washington, Oregon and California. *Marine Mammal Science*. 12(3):402-413.
- Lamont, M. 2002. Genetic Diversity and Substructure of the Pacific Harbour seal *Phoca vitulina richardsi*. En: Molecular and Cell Biology of Marine Mammals. (ed. Pfeiffer, C.J.) Krieger Publishing Co., Malabar, FL, USA.
- Le Boeuf, B.J. y M. Bonell. 1981. Pinnipeds of the California Islands: Abundance and distribution. In D.M. Power (ed.), Proc. A multidisciplinary symposium on the California Channel Islands, 27 February-1 March 1978. Santa Barbara, Mus. Nat. Hist., Santa Barbara, Calif.
- Lessells, C.M. y P.T. Boag. 1987. Unrepeatable repeatabilities: A common mistake. *The Auk*. 104:116-121.
- Linnaeus, C. 1758. Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus I. Editio duodecima, reformata. Impensis Direct, Laurentii Salvii, Holmiae (Stockholm). 532 pp.
- Lowry, L.F., Frost, K.J., Ver Hoef, J.M. y R.A. DeLong. 2001. Movements of satellite – tagged subadult and adult harbor seals in Prince William Sound, Alaska. *Marine Mammal Science*. 17(4):835-861.
- Lowry, M.S. y J.V. Carretta. 2003. Pacific harbor seal *Phoca vitulina richardii*, census in California during May-July 2002. NOAA report. 49 pp.
- Lowry, M.S., Carreta, J.V. y K.A. Forney. 2005. Pacific harbor seal *Phoca vitulina richardii*, census in California during May-June 2004. *Southwest Fisheries Science Center. Administrative Report LJ-05-06*. 38 pp.
- Loya, D. H., Palacios, E. y S. Gonzáles. 1992. Abundancia estacional de la foca de bahía (*Phoca vitulina richardsi* Gray 1864) en el Estero de Punta Banda (B.C., México). *Revista Ciencias Marinas*. 18(3):57-70.
- Lynn, R.J. y Simpson. 1987. The California Current System: The seasonal variability of its physical characteristics. *Journal of Geophysical Research*. Vol. 92. No. C12. pp. 12947-12966.
- McLaren, I.A. 1966. Taxonomy of harbor seals of the Western North Pacific and evolution of certain other hair seals. *Journal of mammalogy*. 47(3):466-473.

- Maravilla, O. y M. Lowry. 1996. Censos de pinnípedos en islas de la costa occidental de la Península de Baja California, México (julio/agosto 1992). INP. SEMARNAP. *Ciencia Pesquera*. No.13.
- Mate, B.R. 1977. Aerial Censuring of pinnipeds in the Eastern Pacific for assessment of population numbers, migratory distributions, rockery stability, breeding effort and recruitment. Final report to U.S. Marine Mammal Commission, Washington D.C. (Contract MM5AC001)
- Mathews, E. 1996. Extreme temporal variation in harbor seal (*Phoca vitulina richardsi*) numbers in Glacier Bay, a glacial fjord in southeast Alaska. *Marine Mammal Science*. 12(3):483-489.
- Mathews, E. y G. Pendleton. 2006. Declines in harbor seal (*Phoca vitulina*) numbers in Glacier Bay National Park, Alaska 1992–2002. *Marine Mammal Science*. 22(1): 167-189.
- Mo, G., Gili, C. y P. Ferrando. 2000. Do photoperiod and temperature influence the molt cycle of *Phoca vitulina* in captivity? *Marine Mammal Science*. 16(3):570-577.
- Mortenson, J. y M. Follis. 1997. Northern elephant seal (*Mirounga angustirostris*) aggression on harbor seal (*Phoca vitulina*) pups. *Marine mammal science*. 13(3):526-530.
- Montgomery, R.A., Ver Hoef, J.M. y P.L. Boveng. 2007. Spatial modeling of haul out site use by harbor seals in Cook Inlet, Alaska, *Marine Ecology Progress Series*. 341: 257-264.
- Neumann, D. 1999. Agnostic behavior in harbor seals (*Phoca vitulina*) in relation to the availability of haul out space. *Marine Mammal Science*. 15(2):507:525.
- Newby, T.C. 1973. Observations of the breeding behavior of the harbor seal in the state of Washington. *Journal of mammalogy*. 54(2):540-543.
- Nickel, B.A. 2003. Movements and habitat use patterns of harbor seals in San Francisco Estuary, California. Thesis for the degree of Master of Arts: Biology: Ecology and Sistematics. San Francisco State University. 134 pp.
- NOAA. 1997. Impacts of California sea lion and Pacific harbor seals on salmonids and on the coastal ecosystem of Washington, Oregon and California. NOAA report. 113 pp.

- Nordstrom, C. 2002. Haul-out selection by Pacific harbor seal (*Phoca vitulina richardsi*): isolation and predation risk. *Marine Mammal Science*. 18(1):194-205.
- Oleskius, P.F., Bigg, M.A. y G.M. Ellis. 1990. Recent trends in the abundance of harbour seals, *Phoca vitulina*, in British Columbia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 47:992-1003.
- Oleskius, P.F. 1993. Annual prey consumption by harbor seals (*Phoca vitulina*) in the strait of Georgia, British Columbia. *Fishery Bulletin*. 91:491-515.
- Oleskius, P. 1999. An assessment of the status harbour seals (*Phoca vitulina*) in British Columbia. Fisheries and ocean Canada report. 71 pp.
- Padilla, A.M. 1990. Aspectos biológicos de la foca común (*Phoca vitulina richardsi*, Gray (1864)) en la costa occidental de Baja California (Carnivora: Phocidae). Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 88pp.
- Parés, A., López, M. y E.G. Pavía. 1997. Oceanografía física del Océano Pacífico Nororiental. En: Lavin, M. (Ed.). Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía No. 3. Unión Geofísica Mexicana. CICESE. Ensenada, B.C. Pp: 1-24.
- Payne, P. y L. Seltzer. 1989. The distribution, abundance and selected prey of the harbor seal, *Phoca vitulina concolor*, in southern New England. *Marine Mammal Science*. 5(2):173-192
- Pentis, A. 1977. Las tres islas de Los Coronados. MALP. Publishing Company. 26 pp.
- Pérez, P., López, M., Parés, A. y J.Pineda. 2007. Comparison of upwelling indices off Baja California derived from three different wind data sources. CalCOFI Report. Vol. 28.11 pp.
- Perrin, W.F., Würsig, B. y J.G.M. Thewissen. 2002. Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press. California, E.U.A. 1414 pp.
- Perry, E. 1998. Genetic and behavioral evidence that harbor seal (*Phoca vitulina*) females may mate with multiples males. *Marine Mammal Science*. 14(1):178-182.

- Pitcher, K. y D. McAllister. 1981. Movements and haul out behavior of radio-tagged harbor seals, *Phoca vitulina*. *Canadian field naturalist*. 95(3):292-297.
- Pitcher, K. 1990. Major decline in number of harbor seals, *Phoca vitulina richardsi*, on Tugidak Island, Gulf of Alaska. *Marine Mammal Science*. 6(2):121-134.
- Reeves, R., Stewart, B. y S. Leatherwood. 1992. The Sierra Club Handbook of Seals and Sirenians. Sierra Club Books. California. 359 pp.
- Reiman, A. y J.M.Terhune. 1993. The maximum range of vocal Communications in air between harbor seal (*Phoca vitulina*) pup and its mother. *Marine Mammal Science*. 9(2):182-189.
- Reindjers, P., Brasseur, S., Van Der Toorn, J., Van Der Wolf, P., Boyd, I., Harwood, J., Langne, D., y L. Lowry. 1994. Seals, fur seals, sea lions and walrus. Status survey and conservation action plan. IUNC/SSC seal specialist group, London.
- Reuland, K. 2008. Seasonal variation in the foraging behavior of harbor seals in the Georgia Basin: Implications for marine reserves. Thesis for the degree of Master of Science. Western Washington University. 82 pp.
- Rice, D.W., Kenyon, K.W. y D. Lluch. 1965. Pinnipeds population at Islas Guadalupe, San Benito and Cedros, Baja California, in 1965. *Trans. San Diego Soc. Nat. Hist.* 14: 73-84
- Riedmann, M. 1990. The Pinnipeds: Seals, Sea Lions, and Walruses. University of California Press. EE.UU. 439 pp.
- Ries, E., Hiby, L. y P. Reijnders. 1998. Maximun likelihood population size of harbour seals in the Dutch Wadden Sea based on mark-recapture experiment. *Journal of Applied Ecology*. 35:332-339.
- Rivera, G.C. 2008. Diversidad y distribución de odontocetos en Costa Azul, Baja California. Tesis de maestria. CICESE. 98 pp.
- Roffe, T.J. y B.R. Mate. 1984. Abundance and feeding habits of pinnipeds in the Rogue River, Oregon. *The Journal of Wildlife Management*. 48(4): 162-1274.
- Sandell, M. 1990. The evolution of seasonal delayed implantation. *The Quarterly Review of Biology*. 65(1): 23-42.

- Samaniego, A. Peralta, A. y A. Aguirre. (Eds). 2007. Vertebrados del Pacífico de Baja California: Guía de campo. Grupo de Ecología y Conservación de Islas A.C., Ensenada. 178 pp.
- Scheffer, V.B. 1974. February birth of Mexican harbor seal. *The murrelet*. 55(3):44
- Schultz, T. y D. Bowen. 2004. Pinniped lactation strategies: evaluation of data on maternal and offspring life history traits. *Marine Mammal Science*. 20(1): 86-114.
- Secretaria del Medio ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2001. Norma oficial mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental- especies nativas de México de flora y fauna silvestres- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario oficial.
- Simpkins, M., Withrow, D., Cesarone, J. y P. Boveng. 2003. Stability in the proportion of harbor seals hauled out under locally ideal conditions, *Marine Mammal Science*. 19(4):791-805
- Sjare, B., LeBouef, M. y G. Veinot. 2005. Harbour seals in Newfoundland and Labrador: A preliminary summary a new data on aspects of biology ecology and contaminants profiles. *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document*. 38 pp.
- Small, R., Pendleton, G., y K. Pitcher. 2003: Trends in abundance of Alaska harbor seals, 1983-2001. *Marine Mammal Science*. 19(2):344-362.
- Stanley, W. y K. Shaffer. 1995. Harbor seal (*Phoca vitulina*) predation on seined salmonids in the lower Klamath river, California. *Marine Mammal Science*. 11(3):376-385.
- Stanley, H.F., Casey, S., Carnahan, J.M., Goodman, S., Harwood, J. y R.K. Wayne. 1996. Worldwide patterns of mitochondrial DNA differentiation in the harbor seal (*Phoca vitulina*). *Molecular Biology and Evolution*. 13(2): 368-382
- Stewart, B.S., Antonellis, G.A. DeLong, R.L. y P.K. Yochem. 1988. Abundance of harbor seal on San Miguel Island, California, 1927 though 1986 (*Phoca vitulina*). *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*. 87(1): 39-43.

- Stewart, R.H. 1999. Introduction to physical oceanography. Department of oceanography. Texas A & M University. 334 pp.
- Suryan, R.M. 1995. Pupping phenology, disturbance, movements and dive patterns of harbor seal (*Phoca vitulina richardsi*) off the northern San Juan Islands of Washington. Thesis for the degree Master of Science. San Jose State University.
- Suryan, R. M. y J.T. Harvey. 1998. Tracking harbor seals (*Phoca vitulina richardsi*) to determine dive behavior, foraging activity and haul-out site use, *Marine Mammal Science*. 14(2):361-372.
- Suryan, R.M. y J.T. Harvey. 1999. Variability in reactions of Pacific harbor seals, *Phoca vitulina richardsi*, to disturbance. *Fisheries Bulletin*. 97:332-339.
- Temte, J. 1991 Precise birth timing in captive harbor seals (*Phoca vitulina*) and California sea lions (*Zalophus californianus*). *Marine Mammal Science*. 7(2):145-156.
- Terhune, J.M. y S.W.Brillant. 1996. Harbour seal vigilance decrease over time since haul out (*Phoca vitulina*). *Animal Behaviour*. 51(4):757-763.
- Thompson, P.M. y J. Harwood. 1990. Methods for estimating the population size of common seals, *Phoca vitulina*. *Journal of Applied Ecology*. 27(3):924-938.
- Thompson, P.M., Tollit, T.J., Wood, D., Corpe, H.M., Hammond, O.S. y A. Mackay. 1997. Estimating harbour seal abundance and status in an estuarine habitat in north-east Scotland (*Phoca vitulina*). *Journal of Applied Ecology*. 34(1):43-52.
- Trumble, S.J. 1995. Abundance, movements, dive behavior, food habits and mother-pup interactions of harbor seal (*Phoca vitulina richardsi*) near Monterey Bay, California. Thesis for the degree Master of Science. California State University. 100 pp.
- Van Parijs, S.M., Thompson, P.M., Tollit, D.J. y A. Mackay. 1997. Distribution and activity of male harbour seal during the mating season. *Animal behavior*. 54:35-43.

- Vélez-Muñoz, H.S. 1981. Análisis cualitativo de la variabilidad estacional y espacial de las masas de agua de 0 a 500 m en la región de la Corriente de California. Tesis de licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas. UABC. Ensenada, B.C. 165 pp.
- Ver Hoef, J. y K. Frost. 2003. A bayesian hierarchical model for monitoring harbor seal changes in Prince William sound, Alaska. *Environmental and ecological statistic*. 10:201-219
- Watts, P. 1993. Possible lunar influence on hauling-out behavior by the Pacific harbor seal (*Phoca vitulina richardsi*). *Marine Mammal Science*. 9(1):68-76.
- Weaver, A. 2005. Good natured statistics. In everyday language with animal behaviour. Bookman Publishing y Marketing. USA. 343 pp.
- Yochem, P., Stewart, B., DeLong, R., y D. DeMaster. 1987. Diel haul-out patterns and site fidelity of harbor seals (*Phoca vitulina richardsi*) on San Miguel Islands, California, in autumn, *Marine Mammal Science*. 3(4):323-332.

11. REFERENCIAS ELECTRONICAS

- International Union for Conservation Nature. 2001. Lista roja de especies Amenazadas Disponible en:
<http://iucn.org/themes/ssc/redlists/RLcats2001booklet.html>
- NOAA, 2009. Great Pacific Garbage Patch.
Disponible en: <http://estoessinsostenible.wordpress.com/2009/08/31/Expedición-hacia-una-gran-mancha-de-basura-en-el-pacifico-norte/>
- NOAA, 2009. El Niño Oscilación del sur. Discusión diagnóstica. Disponible en:
http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensodisc_nov2009/ensodisc_Sp.html

12. SOFTWARES UTILIZADOS

- ESRI Arc Gis 9.3 2004
- Media Cybernetics. Inc. 2006. Image Pro Plus Versión 6.0.
- PASW Statistics 17.0. Programa SPSS versión 17.0. 2009.
- Preteck. Inc. 2006. Robogeo 3.1
- Tawbaware. 2009. PTAssembler 5.0.

ANEXO I CICLO ANUAL

A partir de los conteos por temporada, fue posible registrar la presencia de crías (temporada reproductiva), así como la presencia de individuos mudando. Debido a que no se conoce con exactitud la temporalidad del ciclo anual de la Foca Común en México; se presenta una modificación a lo propuesto por Suryan (1995) y Daniel *et al.* (2003), a partir de las observaciones de campo de este trabajo. Aún cuando no fue el objetivo de este trabajo, es posible ajustar de manera aproximada, la información de Suryan (1995), ya que el autor reporta la duración de cada uno de los eventos del ciclo anual (gestación, amamantamiento), así como la secuencia de la muda por categoría de sexo y edad (Daniel *et al.* 2003). La información generada por Suryan (1995), está basada en el ciclo anual de las colonias de las Islas San Juan, localizadas en Washington, E. U. A.

Las primeras crías se observaron durante el mes de enero además de algunos comportamientos asociados a las cópulas, como es el caso de parejas en el agua aparentemente “jugando”, es decir, se observan parejas de adultos persiguiéndose, dando golpes en el agua con las aletas posteriores, montarse uno sobre el otro para después desaparecer bajo el agua por un tiempo (Allen 1985; Hayes *et al.* 2004). El comportamiento antes descrito, es poco común en el resto de las temporadas ya que en el agua sólo se observan individuos solitarios.

Con base en la literatura, se sabe que después de los partos, en este caso, cuando se observaron a las crías (enero), inicia la lactancia (Riedman 1990). La lactancia tiene una duración de 3 a 4 semanas (Bonnes y Bowen 1996, citado por Bertha 2006); por lo tanto, ésta debe de ocurrir desde enero hasta abril o principios de mayo en esta zona. Se propone un intervalo de lactancia muy amplio debido a que, se debe considerar la falta de sincronía en los partos. Además, se observó un parto el 15 de marzo en el Estero de Punta

Banda (Schramm, Heckel, García-Aguilar com. pers.³) y crías muy pequeñas. Posterior al destete, el ciclo anual de esta subespecie indica que, las hembras entran en estro y ocurre la cópula (Riedman 1990). La duración de la implantación retardada (1.5 a 3 meses, Bigg 1969; Boulva y McLaren 1979) y de la gestación (8 a 9.5 meses en total, Bigg 1969; Boulva y McLaren 1979), permite suponer que el periodo de partos comienza de nuevo en el mes de enero.

La muda inicia durante la lactancia y presenta un orden en categorías de sexo y edad (Perrin *et al.* 2002; Daniel *et al.* 2003). Primero mudan los añeros, después los subadultos, hembras adultas y finalmente los machos adultos (Hanan 1996; Daniel *et al.* 2003). No existen reportes sobre las fechas en que muda la foca común en México. Sin embargo, durante el trabajo de campo correspondiente a la temporada de primavera (mayo-junio), se observaron algunos individuos al inicio del proceso de muda y algunos al final. Lo anterior se puede inferir con base en la secuencia de la muda descrita por Daniel *et al.* (2003). Al inicio de la muda el pelo va perdiendo el patrón de motas característico y adquiere un color de pardo a rojizo (Daniel *et al.* 2003). La muda comienza en la región del cuello y continúa en el dorso; lo último en renovarse son las aletas (anteriores y posteriores) y la cabeza (Daniel *et al.* 2003). Con base en las fechas propuestas para la lactancia en la zona, es probable que los individuos que se registraron en muda durante mayo y junio, correspondan principalmente a individuos adultos (hembras y machos). Lo anterior también se puede apoyar con el dato de la duración de la muda; cuatro meses aproximadamente, incluyendo todas las categorías (Perrin *et al.* 2002, Reeves *et al.* 1992, Mo *et al.* 2000). Por lo tanto, es probable que los partos inicien en enero y se prolonguen hasta marzo, la lactancia puede

³ Dra. Yolanda Schramm. Dra. Gisela Heckel. Dra. Concepción García Aguilar. Universidad Autónoma de Baja California. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

ANEXO II

ABUNDANCIA EN MÉXICO

Se reportan los conteos encontrados en la literatura de esta subespecie en México (Tabla IX). Esto con el propósito de poder comparar los conteos realizados anteriormente y observar tendencias en las poblaciones. Los conteos de Foca Común en México iniciaron en los años cincuentas con trabajos como el de Bartholomew y Hubbs (1952) y Kenyon y Scheffer (1953). Desde esos años se muestra mayor interés por los conteos de pinnípedos en la zona y para 1980 se realizaron conteos más extensos en Cedros, Guadalupe y la Isla San Benito. Podemos observar que las diferencias en los conteos, además de estar relacionadas con el año de muestreo, están relacionadas con la temporada del año en el que se realizaron. Es importante indicar esta información para poder realizar comparaciones con los datos obtenidos en este trabajo, ya que en general, la mayor abundancia de individuos en cada sitio es durante el invierno (temporada reproductiva).

Los trabajos más recientes en México, se realizaron en la década de los noventas. El conteo más extenso espacialmente incluyó las Islas Coronados, Todos Santos, San Martín, San Jerónimo, San Benito, Cedros y Natividad y se reportó un total de 1,715 individuos (Padilla 1990).

En 1992 se realizó un conteo de pinnípedos en islas de la costa occidental de la Península de Baja California durante la temporada de verano, ya que el objetivo principal era estimar la abundancia del lobo marino de California. El conteo incluyó un total de 10 islas, Coronados, Todos Santos, San Martín, San Jerónimo, Cedros, San Benito, Natividad, San Roque, Asunción y Santa Margarita, y fue realizado desde embarcación, tierra y a partir de fotografía aérea. Se reportó un total de 345 focas, y se menciona que la colonia más numerosa está localizada en las Islas Coronado (Maravilla y Lowry 1996). Cabe mencionar que este trabajo fue el primero que menciona una distribución

más sureña de la que se había reportado para esta subespecie en México (Tabla IX).

La comparación de los datos obtenidos en este trabajo (en las diferentes temporadas del año) con los conteos reportados previamente, se puede observar que la población de foca común muestra números mayores en la actualidad. Esto puede indicar que la población se encuentra en crecimiento. Sin embargo, por la falta de un monitoreo frecuente de las poblaciones en México, en un lapso de tiempo tan grande entre conteos, esta información se debe manejar con cautela. No es posible determinar la tasa de crecimiento poblacional debido a que únicamente se tiene un conteo de cada isla durante la reproducción.

Con respecto a la costa, existen pocos trabajos que mencionan sitios con colonias de foca común. El primero es el trabajo de Mate (1977) el cual reporta un total de 80 individuos en la barra de arena que se forma durante bajamar entre Bahía San Quintín y Bahía Falsa, B.C. Posteriormente Padilla (1990) reporta una estimación de la población presente en el Estero de Punta Banda con un total de 65 individuos, mientras que el trabajo de Loya (1992) reporta una abundancia promedio de 52 individuos para la misma zona. En este estudio se registraron más sitios con focas a lo largo de la costa. El número de individuos observados en el Estero de Punta Banda fue de 45 individuos, mientras que en San Quintín se localizaron dos bajos de arena, con 68 y 76 individuos respectivamente.

Islas como Natividad y San Roque demuestran ser poblaciones importantes de foca común en la actualidad; en la Tabla IX se puede observar la gran variación entre los números reportados previamente.

Tabla IX: Recopilación bibliográfica de los conteos de Foca Común realizados previamente a lo largo de la zona que abarca este estudio. Las letras colocadas a un lado del número indican la temporada en la que fue realizado el conteo O=Otoño, I=Invierno, P=Primavera y V=Verano. Cuando sólo aparece un guión es porque no se reporta en que temporada fue realizado el conteo. El punto indica trabajos que únicamente mencionan la presencia de la especie. Los conteos fueron colocados en la columna del año en el que fueron realizados.

ISLA	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	AUTORES
CORONADO						I – 62					Mate 1977
						- 50					Pentis 1977
						- 136					LeBoeuf y Bonell 1981
							I – 226				Padilla 1990
								V – 210			Maravilla y Lowry 1996
										O – 111	Este trabajo 2008
										I – 204	Este trabajo 2009
										P – 244	Este trabajo 2009
										V – 120	Este trabajo 2009
TODOS SANTOS							P – 232				Padilla 1990
							I – 102				Padilla 1990
								V – 32			Maravilla y Lowry 1996
										O – 150	Este trabajo 2008
										I – 346	Este trabajo 2009
										P - 279	Este trabajo 2009
										V - 73	Este trabajo 2009
SAN MARTIN					• 1964						Huey 1964 (citado por Gallo y Auriolos 1984)
						P – 223					LeBoeuf y Bonell 1981
						I - 236					LeBoeuf y Bonell 1981
						- 38					Mate 1977
							I - 116				Gisiner <i>et al.</i> 1980
							P – 140				Aguilar (citado por Padilla 1990)
							V – 222				Padilla 1990
								V - 41			Maravilla y Lowry 1996
										O – 177	Este trabajo 2008
										I – 194	Este trabajo 2009
										P – 157	Este trabajo 2009

Tabla IX: Continuación

SAN MARTÍN										V - 108	Este trabajo 2009
SAN JERÓNIMO			• 1942								Doutt 1942 (citado por Gallo y Auriolles 1984)
						I - 290					Mate 1977
						P - 400					Mate 1977
							I - 373				Padilla 1990
								V - 47			Maravilla y Lowry 1996
										O - 85	Este trabajo 2008
										I - 795	Este trabajo 2009
										P - 414	Este trabajo 2009
										V - 210	Este trabajo 2009
CEDROS				I - 0							Bartholomew y Hubbs 1952
					P - 62						Brownell <i>et al.</i> 1974
						I - 70					Mate 1977
							I - 0				Gisiner <i>et al.</i> 1980
							I - 1				Padilla 1990
								V - 48			Maravilla y Lowry 1996
										I - 182	Este trabajo 2009
										P - 479	Este trabajo 2009
										V - 212	Este trabajo 2009
SAN BENITO				I - 0							Bartholomew y Hubbs 1952
					P - 0						Brownell <i>et al.</i> 1974
						- 0					LeBouef 1977
							I - 0				Gisiner <i>et al.</i> 1980.
							I - 0				Padilla 1990
								V - 0			Maravilla y Lowry 1996
										O - 1	Este trabajo 2008
										I - 45	Este trabajo 2009
										P - 22	Este trabajo 2009
										V - 0	Este trabajo 2009
NATIVIDAD			- 100								Kenyon y Scheffer 1953
					P - 263						Brownell <i>et al.</i> 1974
					V - 110						Brownell <i>et al.</i> 1974
						V - 45					Mate 1977

Tabla IX: Continuación

								V – 75			Maravilla y Lowry 1996
										I – 564	Este trabajo 2009
										P – 408	Este trabajo 2009
										V – 421	Este trabajo 2009
SAN ROQUE	• V 1922										Anthony A.W. 1925
					• 1964						King 1964
										I – 554	Este trabajo 2009
										P – 507	Este trabajo 2009
										V – 98	Este trabajo 2009
ASUNCION					• 1964						Huey 1964 (citado por Gallo y Auriolos 1984)
								V- 9			Maravilla y Lowry 1996
										I – 211	Este trabajo 2009
										P – 152	Este trabajo 2009
										V – 16	Este trabajo 2009