

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS



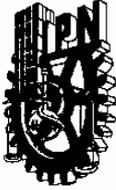
VARIACIONES GEOGRÁFICAS EN MORFOMETRÍA CRANEAL EN MACHOS
ADULTOS DE LOBO MARINO DE CALIFORNIA (*Zalophus californianus*) EN
MÉXICO

TESIS

Que para obtener el grado de
Maestro en Ciencias
Con especialidad en
Manejo de Recursos Marinos

PRESENTA:

Biol. Leonel Zavaleta Lizárraga



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION
ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 11:00 horas del día 28 del mes de Octubre del 2003 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

"VARIACIONES GEOGRÁFICAS EN MORFOMETRÍA CRANEAL EN MACHOS ADULTOS DE LOBO MARINO DE CALIFORNIA (*Zalophus californianus*) EN MÉXICO"

Presentada por el alumno:

ZVALETA
Apellido paterno

LIZÁRRAGA
materno

LEONEL
nombre(s)

Con registro:

B	0	1	1	2	8	8
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

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

LA COMISION REVISORA

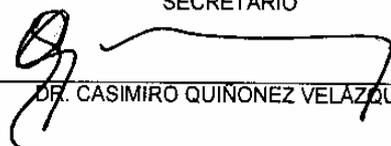
Director de tesis
PRIMER VOCAL


DR. DAVID AURIÓLES GAMBOA

PRESIDENTE


DR. JOSÉ LUIS CASTRO AGUIRRE

SECRETARIO


DR. CASIMIRO QUINONEZ VELAZQUEZ

SEGUNDO VOCAL


DR. LAURENCE G. BARNES

TERCER VOCAL

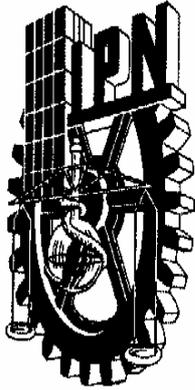

DR. JOSÉ DE LA CRUZ AGÜERO

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO


DR. FRANCISCO ARREGUIN SANCHEZ



I. P. N.
CICIMAR
DIRECCION



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 10 del mes Noviembre del año 2003, el (la) que suscribe LEONEL ZA VALETA LIZÁRRAGA alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro B011288 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: DR. DAVID AURIOLES GAMBOA y cede los derechos del trabajo titulado: "VARIACIONES GEOGRÁFICAS EN MORFOMETRÍA CRANEAL EN MACHOS ADULTOS DEL LOBO MARINO DE CALIFORNIA (*Zalophus californianus*) EN MÉXICO" al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: leoz27@yahoo.com

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

LEONEL ZA VALETA LIZÁRRAGA

nombre y firma

DEDICATORIA

A *mis padres*, por estar siempre a mi lado, por su amor, confianza y por compartir este viaje conmigo.

A Viole, Cristina y Fernando, porque siempre están en mi mente.

A cada uno de mis amigos inseparables porque han tenido mucho que ver en lo que ahora soy.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) por la oportunidad otorgada para realizar mis estudios de posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), al Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI) y al Natural History Museum of Los Angeles County por el apoyo económico otorgado.

Especialmente quiero agradecer al Dr. David Aurióles Gamboa por la oportunidad brindada para desarrollar este trabajo en el laboratorio de ecología de mamíferos marinos, su confianza, enseñanzas y apoyo en todo momento.

Al Dr. José de la Cruz Agüero por la paciencia con la estadística, por su ayuda en los momentos difíciles y por las observaciones para mejorar este documento.

Al Dr. Lawrence G. Barnes por su amabilidad y apoyo en mi estancia en Los Ángeles, por darme todas las comodidades para trabajar y por preocuparse porque todo saliera en orden.

Al Dr. José Castro Aguirre y al Dr. Casimiro Quiñónez Velázquez por aceptar revisar este trabajo y por los valiosos comentarios para mejorarlo.

A Robert Jones y Mark B. Goodwin de la Universidad de California, Berkeley, a David S. Janiger del Natural History Museum of Los Angeles, a Sandy Salazar de la Estación Científica Charles Darwin, al Dr. Francisco J. Aranda Manteca de la UABC, al Dr. Jorge Urbán de la UABCS, al Dr. Fernando Cervantes del Instituto de Biología de

la UNAM y a Héctor Pérez por todo su apoyo en mis visitas a sus colecciones.

A todos mis compañeros del laboratorio de ecología de mamíferos marinos por su apoyo de siempre y su amistad, así como a mis compañeros de la maestría por estos años de convivencia.

A mis amigos de Xalapa de toda la vida, por acordarse siempre de mí, por estar pendientes todo el tiempo y ayudarme a seguir adelante con este sueño.

CONTENIDO

Lista de tablas	i
Lista de figuras	iii
Glosario	v
Resumen	vii
Abstract	viii
1. Introducción	1
2. Descripción del cráneo en pinnípedos	3
2.1. El cráneo en otáridos	3
2.2. El cráneo en <i>Zalophus californianus</i>	3
3. Antecedentes	6
3.1. Estudios biológicos y ecológicos	7
3.2. Estudios anatómicos y taxonómicos	10
4. Objetivos	12
4.1. Objetivo general	12
4.2. Objetivos particulares	12
5. Material y método	13
5.1. Descripción del análisis exploratorio	14
5.2. Zonas de clasificación	17
5.3. Corrección del factor talla	20
6. Resultados	22
6.1. Análisis exploratorio de datos	22
6.2. Análisis de datos	27
6.3. Clasificación errónea por región de cráneos de lobo marino de California	31
6.4. Comparación entre lobos marinos de California y Galápagos	33
6.5. Clasificación errónea de cráneos de lobo marino de Galápagos	37
7. Discusión	37
7.1. Diferencias entre cráneos de lobo marino de California	38

7.2. Comparación entre el lobo marino de California y el lobo marino de Galápagos	42
8. Conclusiones	50
9. Literatura citada	52
Anexos	

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Colecciones Visitadas y número de cráneos medidos por colección	13
Tabla 2.	Medidas craneales del lobo marino de California, <i>Zalophus californianus</i>	15
Tabla 3.	Variables del protocolo tradicional resultantes del análisis discriminantes exploratorio	22
Tabla 4.	Matriz de clasificación obtenida por grupo de cada zona de la prueba de discriminantes exploratoria	23
Tabla 5.	Matrices de clasificación del análisis preliminar con 21 y 23 variables de protocolo tradicional de cráneos de <i>Zalophus californianus</i>	24
Tabla 6.	Matriz con distancias cuadráticas de Mahalanobis y diferencias en valores de probabilidad por grupos de cráneos de lobo marino de California	24
Tabla 7.	Matriz de clasificación de cráneos de lobo marino de California por grupo	27
Tabla 8.	Diferencias entre grupos de cráneos lobo marino de California	27
Tabla 9.	Porcentaje de clasificación en cráneos de lobo marino de California para cada región	32

Tabla 10.	Matriz de clasificación de cráneos de lobo marino de California y Galápagos por grupo	33
Tabla 11.	Diferencias entre grupos de cráneos de lobo marino de California y de las Islas Galápagos	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Cráneo de macho adulto de lobo marino de California (<i>Zalophus californianus</i>).....	4
Figura 2a.	Forma del canal aliesfenoides y bula timpánica aplanada en <i>Zalophus californianus</i>	5
Figura 2b.	Proyección del frontal hacia los nasales de <i>Zalophus californianus</i>	5
Figura 3.	Esquema de las medidas utilizadas del protocolo tradicional de <i>Zalophus californianus</i>	16
Figura 4.	Esquema de las medidas utilizadas del protocolo tradicional de <i>Zalophus californianus</i>	16
Figura 5.	Esquema de las medidas utilizadas del protocolo tradicional de <i>Zalophus californianus</i>	17
Figura 6.	Ubicación de loberas en el área de estudio.....	19
Figura 7.	Agrupación preliminar de cráneos de lobo marino.....	25
Figura 8.	Diagrama de dispersión de 22 caracteres morfométricos de <i>Zalophus californianus</i> por zona.....	26
Figura 9.	Agrupación de los 352 cráneos de lobo marino de California por zona.....	28
Figura 10.	Agrupación de cráneos de lobo marino de California por medio de componentes principales..	30
Figura 11.	Porcentaje de clasificación incorrecta de cráneos de lobo marino de California por región.....	31
Figura 12.	Clasificaciones incorrectas por loberías de lobo marino de California por cada región.....	32
Figura 13.	Agrupación de los 404 cráneos de lobo marino de California y Galápagos por zona.....	34

Figura 14.	Agrupación de cráneos de lobo marino de California y lobo marino de Galápagos por medio de componentes principales.....	36
Figura15.	Agrupación tridimensional obtenida por medio de los tres primeros componentes principales de cráneos de lobo marino de California y lobo marino de Galápagos.....	37

GLOSARIO

Análisis de Componentes principales: un procedimiento de ordenación multifactorial usado para determinar a que grupos discretos pertenece un conjunto de especímenes.

Análisis Discriminante: un método de análisis de grupos ponderados encaminado a aumentar al máximo la probabilidad de identificar correctamente a un espécimen desconocido.

Análisis multivariado: métodos que facilitan el análisis de datos donde existen muchas variables independientes y/o muchas variables dependientes correlacionadas con alguna otra con grados diferentes de variación.

Centroide: el punto en un espacio multidimensional donde cada eje representa una variable o carácter, el cual es definido por el valor promedio de cada carácter para un grupo.

Lobería: zona utilizada por lobos marinos para descanso, reproducción y crianza.

Ma: millones de años.

Morfometría: método que consiste en procedimientos que facilitan la transformación de información visual de formas en una representación matemática.

Otárido: familia de pinípedos con orejas, que incluye a las diferentes especies de lobos marinos y lobos finos

Paedomórfico: presencia de caracteres juveniles en formas adultas.

Pinípedo: término que deriva del latín *pinna* que significa aleta y *pedis* que significa pie, por lo que se refiere a los animales con pie en forma de aleta.

Regresión por pasos hacia delante: método de criterio estadístico utilizado para reducir variables en las cuales no existe preferencia determinada en el cual se puede determinar el orden de entrada de las variables.

Variables canónicas: nuevas variables elegidas de las variables originales por medio de combinaciones lineales, se expresan en un sistema de coordenadas rectangular.

Wilks' Lambda: estadístico correspondiente al análisis discriminante que indica el nivel de discriminación dentro del modelo.

RESUMEN

Con la finalidad de determinar potenciales diferencias craneales entre lobos marinos de distintas regiones de México como herramienta para definir unidades de población y manejo se utilizaron 50 medidas lineales de cráneos de machos adultos y subadultos de lobo marino de California de diez colecciones osteológicas del país y del extranjero. Las medidas se tomaron utilizando una regla graduada (medidas convencionales) y un vernier electrónico (medidas finas). Se dividió el área de estudio en tres zonas: (a) la parte central y norte del Golfo de California, (b) el sur del Golfo de California y (c) la zona de Baja California-California. Con base en información genética, biológica y ecológica. El análisis de datos se llevó al cabo mediante análisis de discriminantes y de componentes principales con la información normalizada para eliminar el efecto de la talla. Se midieron 404 cráneos, sometiéndose a un análisis discriminante preliminar una muestra de 30 cráneos por zona de los cuales se obtuvieron 22 variables que contribuyeron a la máxima separación entre grupos que mostraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$). Aplicándose estas variables a los 404 cráneos, se obtuvieron diferencias significativas entre grupos con un porcentaje de clasificación del 67.5% y un valor del estadístico de Wilks' lambda de 0.6, que demostró marcada diferencia entre los centroides de cada grupo. Las primeras cuatro componentes principales explicaron el 88% de la varianza total, de las cuales fueron aquellas que se relacionan con el aparato masticador.

ABSTRACT

With the purpose to determine potential skull differences between California sea lion from different regions of Mexico, as a tool to define population units for conservation and management, I used several skull linear measurements from adult and sub-adult males from ten scientific collections in México and other countries. Fifty measurements were taken using a ruler (for the conventional measurements) and an electronic caliper (for fine measurements). We divided the study area in three zones: (a) the central and upper parts of the Gulf of California, (b) the lower part of the Gulf; and (c) the Baja California and California region, based on genetic, biological and ecological information. We used a discriminant and principal component analyses, standardizing the data to eliminate any size bias. A total of 404 skulls belonging to the three zones were measured using a preliminary discriminant analysis on 30 skulls per zone, obtaining 22 variables that contributed to the maximum separation among groups with statistical significance ($P < 0.05$). Later I used these variables for the 404 skulls, finding statistical differences among groups with a classification percentage of 67.5% and a Wilks' lambda value of 0.6, showing significant difference among centroids of each group. The first four principal components explained 88% of total variance; the variables involved being those of the maxillary-mandible apparatus of the skull.

1. INTRODUCCIÓN

La Familia Otariidae del orden Pinnipedia se diferencian de otros grupos por la presencia de orejas y por la disposición de sus miembros posteriores que les permiten moverse en tierra con mayor libertad que a los otros integrantes de este conjunto: focas y morsas.

En este grupo, el lobo marino de California *Zalophus californianus* (Lesson, 1828), es uno de los animales más ampliamente distribuidos en el hemisferio norte, habita aguas templadas y subtropicales del océano Pacífico, desde Columbia Británica, Canadá hasta las Islas Tres Marías en México, e incluso el Golfo de California (Peterson y Bartholomew, 1976; King, 1983). Es considerado como el pinípedo más abundante en México, con una población aproximada de 90,000 individuos, de los cuales 28,000 se localizan dentro del Golfo de California (Le Boeuf *et al.*, 1983; Zavala-González, 1990; Aurióles-Gamboa y Zavala-González, 1994).

El género *Zalophus* presenta un marcado dimorfismo sexual; los machos adultos alcanzan de 200 a 300 kilogramos y 200-250 centímetros. El dimorfismo entre machos y hembras es evidente desde el nacimiento, esto se ve reflejado principalmente en el peso y medidas lineales de las crías (Luque y Aurióles, 2001). En la fase adulta, las diferencias entre sexos en el cuidado parental, la frecuencia de apareamiento y el éxito reproductivo conducen, en muchas especies, al dimorfismo sexual (Fairbairn, 1997).

En este sentido, existen diversas adaptaciones en los pinípedos que están estrechamente asociadas con el dimorfismo sexual, como el tamaño, apariencia y el comportamiento reproductivo (Berta y Sumich, 1999). También en el cráneo se observan diferencias en estructuras óseas entre sexos ya que, por un lado, las hembras son pedomórficas, esto es que retienen características infantiles hasta la etapa adulta, mientras que los machos presentan

un marcado dimorfismo del cráneo en su etapa adulta, particularmente una cresta sagital que es muy desarrollada y tienen caninos de gran tamaño (Orr *et al.*, 1970; Lowry y Folk., 1990).

Se ha demostrado en trabajos recientes han demostrado *Z. californianus* del Golfo de California se encuentra genéticamente aislado del resto de las poblaciones en el hemisferio norte (Maldonado *et al.*, 1995; Schramm *et al.*, 2001). Por otra parte, los restos óseos de estos mamíferos marinos, podrían ser una herramienta importante que podría ayudar a diferenciar estas poblaciones y a determinar sus relaciones y sistemáticas.

En años recientes las estructuras duras (dientes, cráneos, barbas, bulas timpánicas etc), de diversos mamíferos marinos se han utilizado para estudios sobre su bionomía. Por ejemplo, para estudiar el espectro trófico, que resulta de enorme dificultad en animales de vida libre y además con restricciones de captura, se han estudiado las concentraciones de isótopos estables de nitrógeno y carbono o plomo en dientes (Ostrom *et al.*, 1993; Atwell *et al.*, 1998; Outridge *et al.*, 1997) que, además, proporcionan información sobre la edad de los animales (Hohn, 1980; Rizo y Aurióles, 1993). Para estudios de contaminación, los dientes también han sido utilizados para medir los niveles de concentración de metales tóxicos (Outridge *et al.*, 1997).

De acuerdo en lo anterior, se considera que el cráneo es una importante fuente de información para tratar de identificar estructuras o patrones medibles que permitan determinar diferencias a nivel de población así como unidades taxonómicas.

2. DESCRIPCIÓN DEL CRÁNEO EN PINNÍPEDOS

El cráneo de los pinípedos varía en forma y proporción intragenéricamente, pero es, en general, un cráneo largo, redondeado, abruptamente delimitado por el alargamiento estrecho de la región interorbital; órbitas grandes, rostro relativamente corto y espacio no osificado en la órbita, donde el palatino no se une con el frontal (King, 1983). Están presentes uno o dos pares de incisivos inferiores y superiores; los caninos superiores son grandes, bien desarrollados y cónicos; los dientes molariformes son homodontos y tienen dos raíces que por lo general son simples y cónicas (Maldonado, 1997).

2.1 El cráneo en otáridos

Existen varias características particulares que definen el cráneo de los otáridos, las principales son. 1) bula timpánica pequeña y plana, formada casi en su totalidad por el ecotímpano ya que el entotímpano forma el hueso que rodea el canal carótido. 2) Canal aliesfenoide presente. 3) Frontales proyectantes en la parte anterior de los internasales. 4) Gran desarrollo del proceso mastoideo. 5) Yugal y escamoso adosados y 6) Un proceso supraorbital (King, 1983; Berta y Sumich, 1999).

2.2 El cráneo en *Zalophus californianus*

El cráneo de *Zalophus californianus* presenta una cresta sagital bien desarrollada y muy evidente en machos adultos (Figura 1) la cual difiere de los demás otáridos por la posición, longitud y altura de la misma. Los juveniles presentan nasales y región facial alargados con dientes anchos largos y curvos.

En ambos sexos se presenta un canal aliesfenoides (Figura 2a), proceso supraorbital, paladar ancho y ligeramente cóncavo, la

distancia entre los molares se incrementa gradualmente y la superficie del proceso mastoideo no se continúa con la bula timpánica. Los frontales se proyectan hacia los huesos nasales (Figura 2b) y las bulas timpánicas son deprimidas (Figura 2a).

El tamaño de la abertura orbital, el ancho del rostro al nivel del segundo poscanino, la longitud cóndilo-basal, el ancho de los nasales (Figura 2b) y la longitud del paladar difieren de los demás otáridos. Los dentarios no están fusionados sólidamente y presentan más de un forámen mentoide. Rostro estrecho, proceso pterigoideo corto, raíces del cigomático estrechas y existe variación de la caja craneana con respecto al ancho del proceso postorbital (Hall, 1981; King, 1983; Maldonado, 1997).

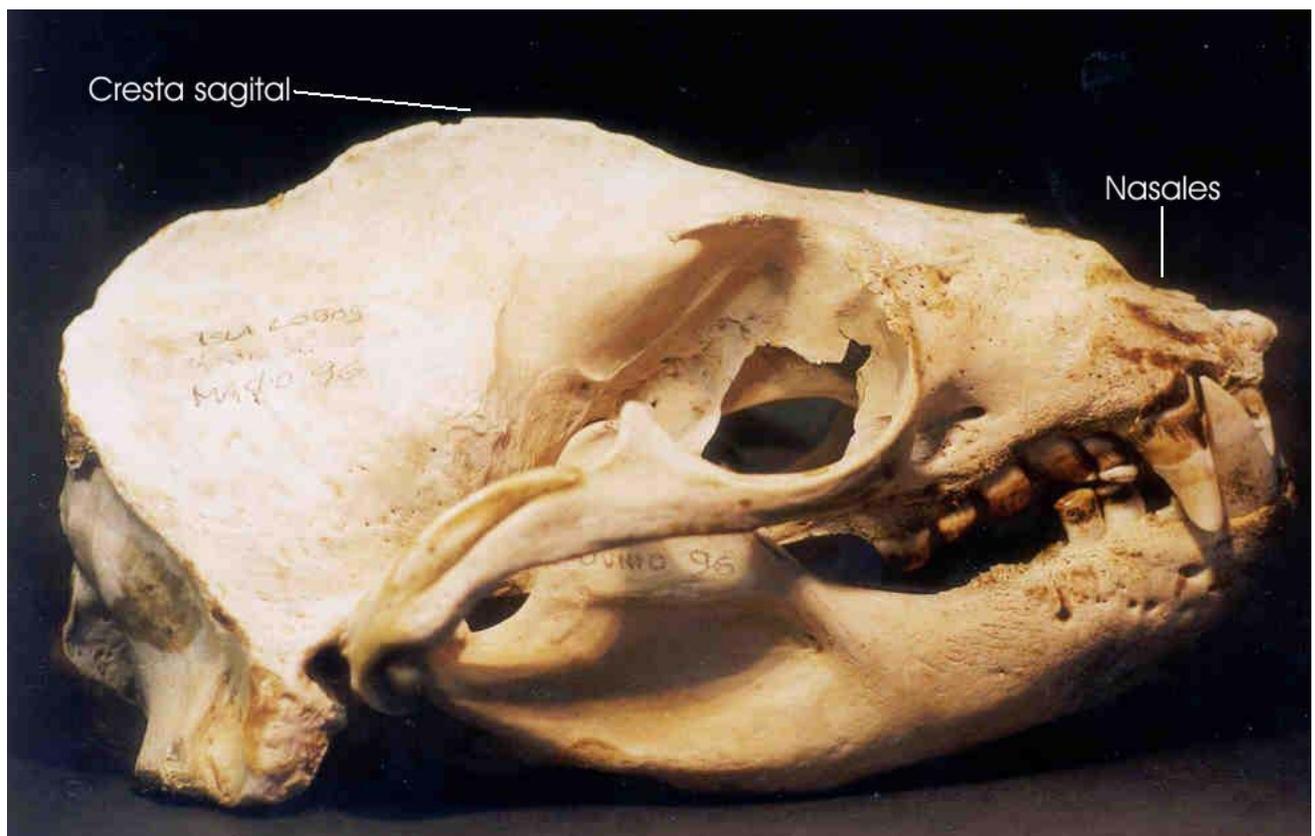
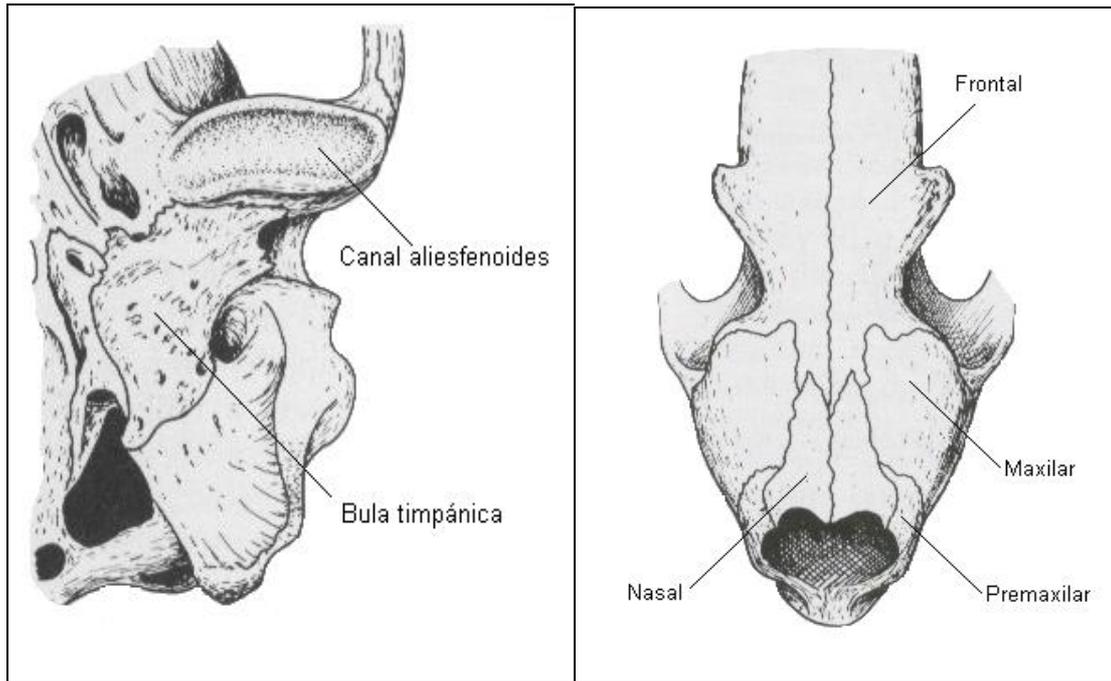


Figura 1. Cráneo de macho adulto de lobo marino de California (*Zalophus californianus*).



2a

2b

Figura 2a. Forma del canal aliesfenoides y bula timpánica aplanada en *Zalophus californianus*. (Tomado y modificado de King, 1983).

Figura 2b. Proyección del frontal hacia los nasales de *Zalophus californianus*. (Tomado y modificado de King, 1983).

3. ANTECEDENTES

El Golfo de California presenta una complejidad oceanográfica que genera distintos ambientes y con ello las especies responden adaptativamente. Diversos autores han mencionado que las condiciones físicas de las diferentes regiones del golfo de California presentan marcadas diferencias en temperatura y salinidad las cuales son mayores en la parte norte del golfo en comparación con el resto, así como la topografía del piso oceánico con diversas profundidades llegando a ser de hasta 1500 metros de profundidad en la zona del Canal de Ballenas (Roden, 1964) y desde los 300 m en la cuenca Wagner hasta los 2,700 y 4,000 de las cuencas Carmen y Pescadero, respectivamente (Álvarez-Borrogo y Lara-Lara 1991). De igual forma se sabe que los diversos procesos oceanográficos influyen de forma diferente en las masas de agua del sur, centro y norte del Golfo (Bray y Robles, 1991). Por ello, el arreglo de ambientes en el Golfo de California sugiere una gran diversidad con potencial de adaptación diferencial en múltiples especies (Santamaría del Ángel y Álvarez, 1994). Es posible que estas diferencias en las condiciones ambientales hayan influenciado a través del tiempo a diversos taxa, incluyendo a los mamíferos marinos.

Una de las formas en las que se puede observar los efectos de la adaptación de los organismos a diferentes ambientes es mediante las estructuras óseas, (principalmente del cráneo) las cuales pueden ser empleadas para estudios sistemáticos. En mamíferos marinos se han realizado diversos trabajos de este tipo, por ejemplo en delfines, Perrin (1975) presentó un trabajo del género *Stenella* en el que muestra diferencias entre sexos a nivel de estructuras craneales. Hersh et al., (1990) trabajaron con medidas craneales y corporales a fin de encontrar dimorfismo sexual en delfines nariz de botella de las costas de Florida encontrando poco dimorfismo entre sexos. Kemper et al., (2000) realizaron pruebas con el género *Tursiops* tratando de

encontrar diferencias entre las especies *T. truncatus* y *T. aduncus* y reportaron diferencias estadísticas de las diferentes medidas craneales entre especies pero no dimorfismo sexual en ninguna especie. De igual forma Wang *et al.*, (2000) encontraron diferencias significativas entre las mismas especies de delfines en el mar de China y concluyeron que el género *Tursiops* no es monofilético.

Para el caso del lobo marino de California, actualmente existen líneas de investigación bien definidas que sugieren la existencia de separaciones entre las diversas poblaciones de lobo marino de California. Recientemente han surgido trabajos con base en estudios genéticos; así, Maldonado *et al.*, (1995) encontraron diferencias entre loberías del Pacífico y las del Golfo de California, a nivel de ADN mitocondrial, sin embargo el número de loberías que se estudiaron fueron pocas. Schramm *et al.*, (2001) presentaron otro trabajo, basado también en ADN mitocondrial, en el cual se observa una clara separación entre las loberías del Pacífico, Galápagos y Golfo de California. Además, dentro del Golfo de California, también encontraron una separación entre colonias de la parte norte del Golfo con las del centro y sur. Con ello confirmaron los resultados de Maldonado *et al.*, (1999).

Otros estudios sobre *Zalophus californianus* se han llevado a cabo para detectar variaciones en los procesos biológicos y ecológicos de las poblaciones o loberías del Golfo de California.

3.1 Estudios biológicos y ecológicos

Aurioles y Zavala (1994) analizaron factores ecológicos que determinan la distribución y abundancia de este lobo marino dentro del Golfo de California. Observaron que la mayor parte de la población, la producción de crías así como el índice de ocupación de islas es mayor en la parte norte del golfo. Sugieren que probablemente este fenómeno pueda estar asociado a la riqueza

alimentaria de esta zona debido a factores oceanográficos característicos. Con anterioridad, Auriolés (1983) mencionó que los machos subadultos de lobo marino de California realizan migraciones durante el invierno principalmente hacia la parte sur de la península y sugirió la posibilidad de que estos provengan de loberas de la parte norte del Golfo de California y que se dirigen hacia la costa del Pacífico de Baja California.

Con respecto al periodo reproductivo de esta especie en el golfo, García-Aguilar y Auriolés (2003) mencionaron que existen diferencias entre la lobería de Los Cantiles situada en la parte norte del Golfo de California y los Islotes ubicada en la parte sur. En Los Cantiles los nacimientos inician antes y la sincronización entre hembras es menor que en la lobera de Los Islotes. También compararon estas variables con San Nicolás, California, donde demuestran que esta colonia presenta un periodo reproductivo menos prolongado, con un inicio más tardío y donde el tiempo de nacimientos y cópula es menor al estimado para el Golfo de California.

García Rodríguez (1999) realizó un trabajo el cual se evaluó la variabilidad de la dieta y presas del lobo marino de California entre siete loberas del Golfo de California. En todos los muestreos realizados encontró diferencias espaciales en la alimentación y en cada sitio cambios temporales, de igual forma encontraron diferencias en la diversidad trófica entre loberas.

Luque y Auriolés (2001) compararon la condición de crías de lobo marino en once colonias reproductivas del Golfo de California. Las crías de las colonias de Rasito, San Esteban y Roca Blanca ubicadas en la región sur de las Grandes Islas fueron las más pequeñas y presentaron la peor condición corporal. Las crías de la colonia de Machos fueron las más grandes y las de mejor condición corporal. Dichos autores sugirieron que debido a que es una lobería

que se encuentra ubicada en el Canal de Ballenas, donde la mezcla de agua por mareas es la más intensa del golfo, genera altas concentraciones de nutrientes para el crecimiento del plancton y el resto de la cadena trófica. Ellos mantienen que algunos factores como el tamaño, contenido energético y comportamiento de las presas, fisiografía del hábitat terrestre y densidad de animales en las zonas de alimentación pudieran ser responsables de las diferencias observadas entre colonias.

En otro orden de ideas, Elorriaga (2002) analizó la concentración de mercurio, selenio, plomo, hierro, zinc, cobre, sodio, potasio y magnesio en el pelo de crías de lobo marino de California. Este autor señaló que existieron cambios latitudinales y que existe un patrón que se repitió de norte a sur del Golfo de California. Corroboró que los factores alimentarios son muy importantes como determinantes en la bio-acumulación de metales a través de las presas, por lo que también se pueden generar zonas con loberas específicas que se diferencian del resto. Se han detectado presencia de enfermedades en estos organismos que podría sugerir posibles diferencias poblacionales entre loberías del Golfo de California.

Finalmente, Acevedo *et al.*, (2003) mencionaron la existencia de una marcada tendencia latitudinal de *Leptospira interrogans* en crías del lobo marino de California. La lobería del Granito, que es la ubicada más al norte del Golfo, presentó un alto porcentaje de crías infectadas y en los Islotes, que es la lobera ubicada más al sur tuvo niveles bajos de infección. Auriolles *et al.*, (2002) mencionaron que la frecuencia de osteoartritis es mayor en el norte del Golfo, principalmente en Isla Granito y descendiendo desde el centro al sur. Este mismo fenómeno se repite en el caso de *Morbillivirus* sp, que ocurre en las loberías de la región norte aunque no en el sur.

3.2 Estudios anatómicos y taxonómicos

Existen pocos trabajos en lo que corresponde a la morfometría craneal del lobo marino de California. Orr (1970) comparó cráneos de la población que vive en la costa del Pacífico norteamericano con las mismas estructuras del Golfo de California y concluyó que no existen diferencias significativas entre las poblaciones, sin embargo fue mínimo el número de estructuras craneales utilizadas.

Lowry y Folk (1990) demostraron que los caninos son útiles para determinar el sexo. Mediante análisis multifactorial concluyeron que existen diferencias en el tamaño de los caninos entre sexos. De igual forma obtuvieron funciones discriminantes para los caninos superiores e inferiores en la determinación del sexo.

Vázquez (1993) también describió el cráneo y reportó que la velocidad de crecimiento de las principales estructuras como caja craneal, aparato auditivo, y el aparato masticador entre otros se da de forma diferente al resto de estructuras craneales. También determinó la edad con base en las estrías dentarias y el desarrollo del cráneo para cada sexo.

Maldonado (1997) realizó un trabajo sobre morfometría que se correlacionan significativamente con la edad y estas fueron la longitud cóndilo-canino, el ancho del mastoideo, la longitud total del cráneo, el ancho y longitud del paladar y el ancho del zigomático.

Aurioles *et al.* (2000) con base en dientes descubrieron que existen diferencias entre las dos regiones del Golfo de California y la costa de California y describieron patrones de separación. También mencionan diferencias con las poblaciones de las Islas Galápagos.

Brunner (2000) realizó un estudio sobre poblaciones del lobo marino del norte, *Eumetopias jubatus* (Schreber, 1776) y encontró

diferencias significativas a nivel craneal en estructuras relacionadas principalmente con el sistema masticador. Brunner (2002) publicó un trabajo de revisión completa de todas las especies de otáridos, buscando diferencias en morfometría craneal entre poblaciones y entre especies similares. Con respecto a cráneos de *Zalophus californianus* no encontró diferencias entre sus poblaciones, infortunadamente en ese trabajo se incluyeron solo cráneos de organismos provenientes de la costa del Pacífico.

Anteriormente Brunner (1998) realizó una comparación de cráneos del lobo fino de Nueva Zelanda, *Arctocephalus forsteri* (Lesson, 1828) y de lobo fino australiano, *A. pusillus doriferus* (Schreber, 1776), así como datos de especímenes del lobo fino del sur de África, *A. pusillus pusillus* ((Schreber, 1776). En ambas especies fueron capaces de diferenciar machos de hembras en dos categorías: a) dimorfismo sexual – principalmente aquellos caracteres que incrementan la habilidad de los machos para mantener y defender su territorio; y b) sin dimorfismo – aquellas de importancia funcional. Los estudios de variación geográfica demostraron que los adultos de *A. forsteri* de Australia fueron generalmente más grandes que de Isla Macquarie y Nueva Zelanda. Las características de *A. p. doriferus* fueron generalmente mayores que aquellas para *A. p. pusillus pusillus*.

Debido a que los recientes trabajos genéticos y bioecológicos muestran marcadas diferencias entre poblaciones de lobo marino del Golfo de California y la costa occidental del Pacífico y debido al escaso conocimiento en estudios de morfometría craneal (realizados con pequeños tamaños de muestra y uso de técnicas estadísticas con menor resolución) es que se propone realizar este estudio analizando elementos craneales de esta especie como herramienta para identificar la existencia de unidades poblacionales.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

- Evaluar diferencias entre mediciones craneales entre lobos marinos de distintas regiones de México como herramienta para clarificar su situación taxonómica y su potencial manejo y conservación.

4.2 Objetivos particulares

- Medición de cráneos de lobo marino (*Zalophus californianus*) de diferentes colecciones científicas con referencia a medidas estándar.
- Selección de estructuras craneales discriminativas para eliminar aquellas medidas estándar poco significativas.
- Desarrollo de análisis multifactoriales a fin de encontrar grupos de variables que separen los organismos por región.
- Generar una base “estandarizada” de datos que permitan la comparación con organismos de otras regiones del Pacífico oriental.

5. MATERIAL Y MÉTODO

En este trabajo se midieron cráneos de machos adultos y subadultos de lobos marinos (Tabla 1) que se encuentran en diferentes colecciones científicas procedentes de las loberías ubicadas en el Golfo de California y la costa oeste de Baja California (Tabla 1, Anexo 1). Solamente se utilizaron cráneos de machos ya que presentan cambios en sus estructuras durante el desarrollo hasta llegar a la etapa adulta, esto no sucede con las hembras por ser paedomórficas.

Tabla 1. Colecciones visitadas y número de cráneos medidos por colección.

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas	156
Centro Regional de Investigaciones Pesqueras	8
Universidad Autónoma de Baja California Sur	5
Universidad Autónoma de Baja California	4
Facultad de Ciencias-Universidad Nacional Autónoma de México	26
Instituto de Biología-Universidad Nacional Autónoma de México	25
Natural History Museum, Los Angeles County, California	68
San Diego Natural History Museum, California	20
Museum of Vertebrate Zoology, Berkeley, California	15
Museum of Paleontology, Berkeley, California	25
Estación Científica Charles Darwin	52

Se tomaron 50 medidas lineales del protocolo tradicional (Vázquez-Cuevas, 1993), que han sido utilizadas en varios trabajos y que se consideran “estándar” (Tabla 2). Las mediciones utilizadas se ilustran en las Figuras 3, 4 y 5. Se utilizó una regla para las medidas largas convencionales y un vernier electrónico con una precisión de 0.1 mm para las medidas finas. Los datos se agruparon por región con todas las medidas correspondientes por organismo y lugar de colecta.

5.1 Descripción del análisis exploratorio

Se realizó un análisis exploratorio de las estructuras craneales con el método Análisis Canónico de Variables (ACV) en su modalidad de regresión por pasos hacia delante (Molinero, 2002) utilizando el programa de cómputo STATISTICA (ver. 6.1). Esta modalidad permitió asignar a algunas estructuras mayor prioridad estadística con el fin de reducir el número de variables a utilizar, esto es, eliminar medidas craneales que no explican mayor variación dentro del modelo (e.g. autocorrelacionadas, heterocedásticas, etc.) y buscar las medidas del protocolo tradicional que son de mayor importancia para el análisis con alto grado de confiabilidad.

La muestra consistió en 90 cráneos, 30 individuos por zona (Norte del Golfo de California, Sur del Golfo de California y Baja California-California), debido a que estadísticamente es el número mínimo de muestra. A estos cráneos se les midió 50 estructuras craneales del protocolo (Figuras 3, 4 y 5).

Tabla 2. Medidas craneales del lobo marino de California *Zalophus californianus*.

No.	Estructura
1.	Longitud total
2.	Longitud condilobasal
3.	Longitud basal de Hensel
4.	Longitud cóndilo-caninos
5.	Longitud del rostro
6.	Longitud de la rama dentaria superior
7.	Longitud de la serie de postcaninos superiores
8.	Longitud del paladar
9.	Longitud del palatino
10.	Longitud postpaladar
11.	Ancho del rostro a nivel del segundo postcanino
12.	Ancho del paladar
13.	Longitud de los forámenes incisivos
14.	Longitud de la bula timpánica
15.	Ancho de la bula timpánica
16.	Longitud alveolar del canino
17.	Ancho alveolar del canino
18.	Longitud del canal aliesfenoides
19.	Longitud del forámen lacerado posterior
20.	Ancho del forámen lacerado posterior
21.	Ancho del rostro de los caninos
22.	Ancho anterior de los nasales
23.	Ancho mínimo interorbital
24.	Ancho del proceso supraorbital
25.	Constricción postorbital
26.	Ancho mínimo de los frontales
27.	Ancho cigomático
28.	Ancho mastoideo
29.	Ancho máximo del cráneo
30.	Longitud máxima de los nasales
31.	Longitud de la sutura nasal
32.	Longitud lacrimorbital izquierda
33.	Longitud lacrimorbital derecha
34.	Longitud postorbital izquierda
35.	Longitud postorbital derecha
36.	Longitud de la cresta sagital
37.	Ancho de la cresta sagital
38.	Longitud de la caja craneal
39.	Longitud orbito-temporal
40.	Longitud del rostro II
41.	Altura de la región facial
42.	Altura del cráneo
43.	Longitud del dentario
44.	Ancho del dentario
45.	Longitud de la rama dentaria inferior
46.	Ancho apófisis superior
47.	Ancho de la yugal
48.	Altura yugal-apófisis
49.	Ancho a la altura del primer postcanino
50.	Ancho a la altura del último postcanino

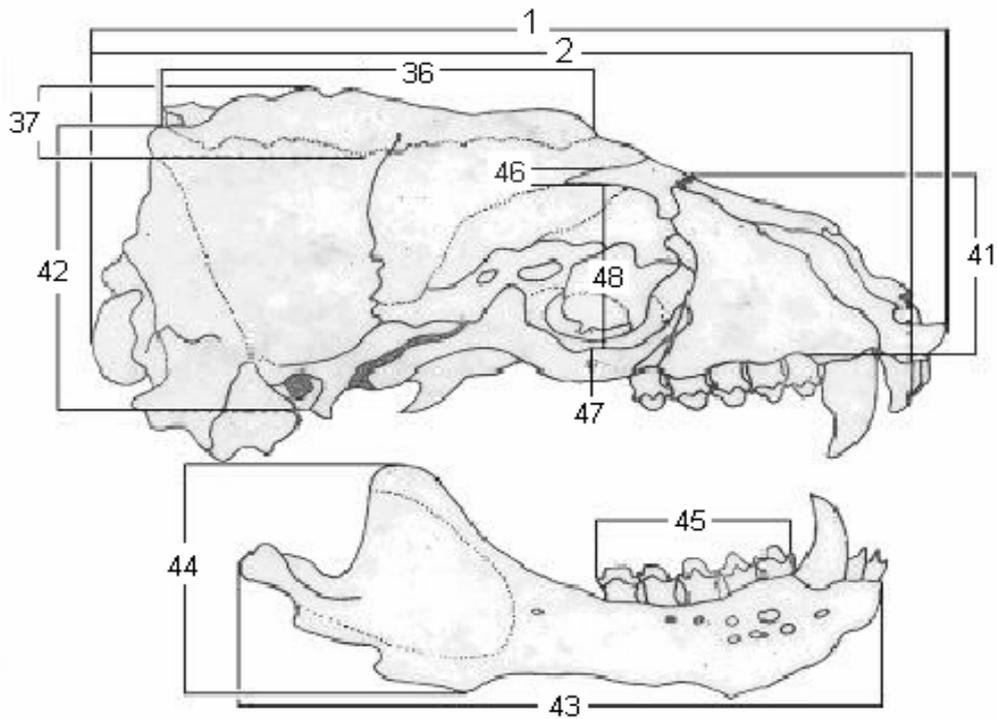


Figura 3. Esquema de las medidas utilizadas del protocolo tradicional de *Zalophus californianus*.

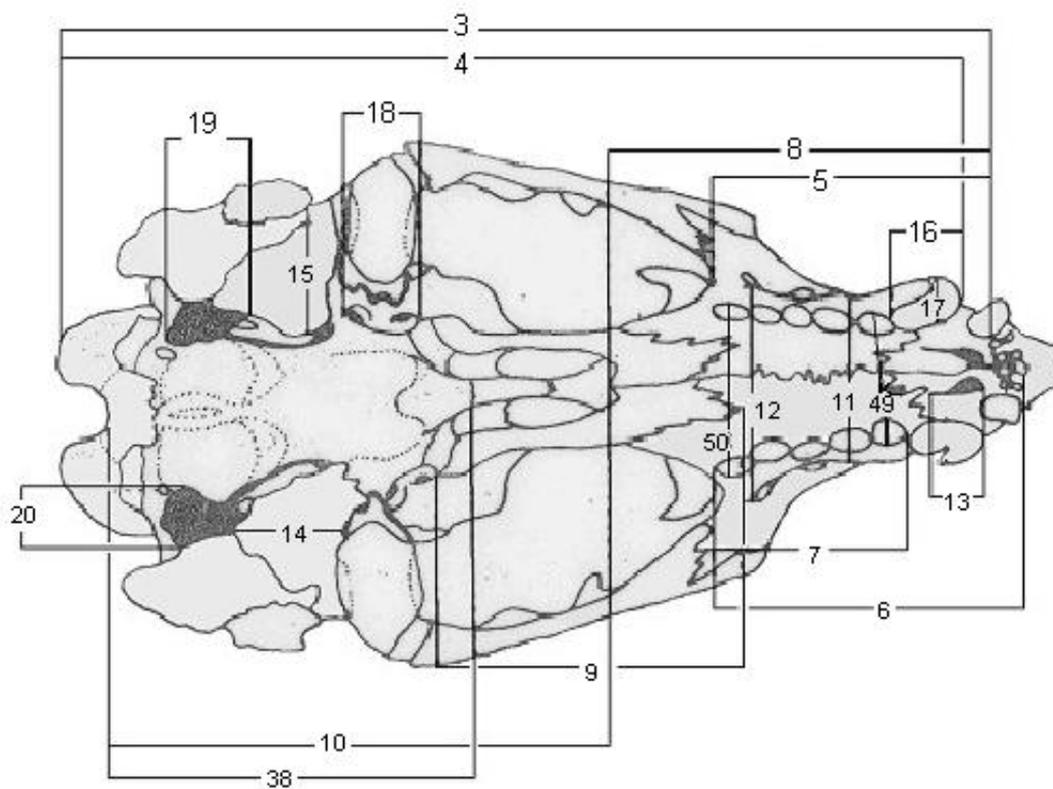


Figura 4. Esquema de las medidas utilizadas del protocolo tradicional de *Zalophus californianus*.

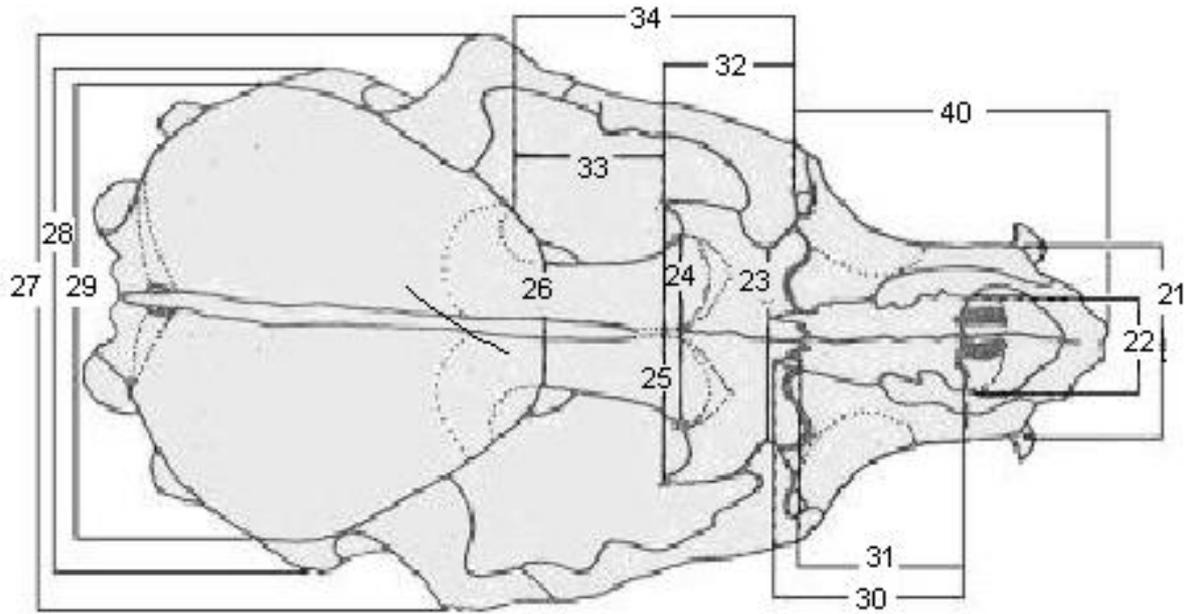


Figura 5. Esquema de las medidas utilizadas del protocolo tradicional de *Zalophus californianus*.

5.2 Zonas de clasificación

La ubicación de las loberías en cada zona se realizó de acuerdo a información bibliográfica de diversos autores (Aurióles y Zavala., 1994; Maldonado *et al.*, 1995; García Rodríguez, 1999; Aurióles *et al.*, 2000; Schramm *et al.*, 2001; García y Aurióles, 2003; y Acevedo *et al.*, 2003)) en la cual se mencionan diferencias marcadas en aspectos genéticos, biológicos y ecológicos. La división resultó en tres grandes zonas (Figura 6), que se describen a continuación:

- Zona norte Golfo de California.

Comprende sitios en Isla Ángel de la Guarda, Isla Granito, Isla Lobos, Isla San Esteban, Isla San Jorge, San Pedro Mártir, Los Cantiles y Los Machos. Ubicadas entre los 28° 23' y 28° 25' latitud norte y los 30° 02' y 30° 04' latitud norte. Estas loberías presentan playas rocosas, arenosas y de canto rodado, se pueden encontrar extensas y amplias. La población estimada para la zona norte es de un 81.8% del total de individuos que se encuentran en el Golfo de California (García-Rodríguez, 1999).

- Zona sur del Golfo de California.

Con organismos de Los Islotes, Farallón Topolobampo y Cabo Haro. Ubicadas entre los 24° 30' y 24° 37' longitud norte y los 25° 30' latitud norte Loberías con playas rocosas y de canto rodado, de tamaño pequeño con poblaciones reducidas. (García-Rodríguez, 1995).

- Zona Costa occidental de Baja California-California.

Representada por organismos de Isla Margarita, Punta Santo Domingo, Isla Ana, Isla Cedros, Isla Benitos de en medio, San Carlos, San Martín, San Clemente, Bahía de los Ángeles, California, Santa Bárbara y Bahía de San Francisco. Ubicadas entre los 24° 15' y 25° 20' longitud norte y entre los 37° 20' y los 38° 25' longitud norte. Son loberías de playas rocosas, arenosas y de canto rodado. Estimaciones recientes calculan una población aproximada de 214,000 individuos (Forney *et al.*, 2002).

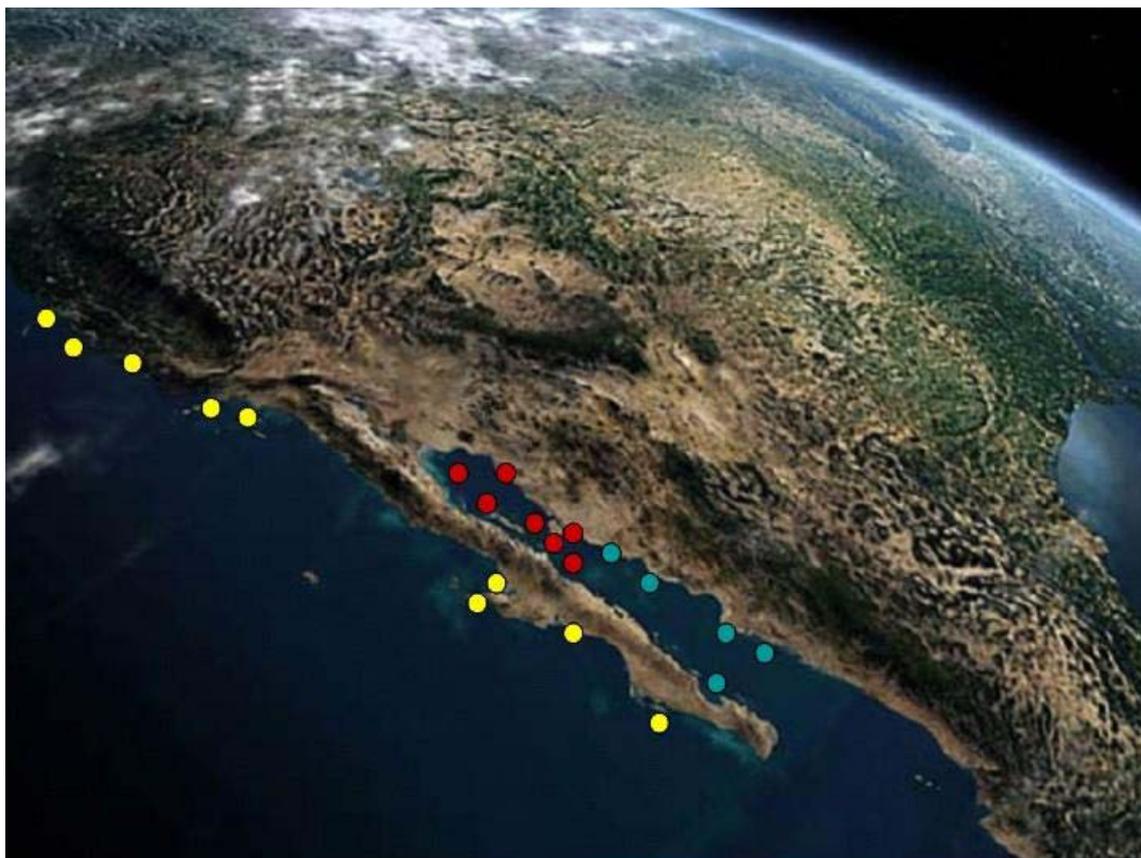


Figura 6. Ubicación de loberas en el área de estudio (● Zona del alto Golfo de California, ● Zona sur del Golfo de California, ● Zona de la costa occidental de Baja California-California).

De las colecciones visitadas se logró obtener información de la mayoría de loberías del Golfo de California, Pacífico Oriental e Islas Galápagos. La muestra perteneciente a la zona Baja California-California cuenta con cráneos de las loberías de esta especie ubicadas más al norte en el Océano Pacífico, esto es importante ya que de esta manera se tiene información de la mayoría de los sitios en los que se distribuye la especie.

Una vez obtenidas las variables de mayor importancia del protocolo tradicional se midieron solo las estructuras resultantes en las diferentes colecciones osteológicas del país y del extranjero. Cabe mencionar que dentro del total de cráneos se incluyó una colección de lobos marinos de Galápagos con propósitos comparativos.

5.3 Corrección del factor talla

Para eliminar el efecto de la talla para cada una de las diferentes zonas se estandarizaron todos los datos obtenidos por medio de la función de corrección de tallas propuesta por Elliot (1995). El ajuste se realizó para de cada una de las estructuras de acuerdo a la longitud basal de Hensel considerado aquí un estimador de la talla por organismo.

La función utilizada se define como:

$$Ms = Mo (Ls/Lo)^b$$

Donde:

Ms= Medida estandarizada

Mo = Longitud del carácter medido

Ls = Media del carácter utilizado para el ajuste

Lo = Medida para estandarizar cada espécimen

b= Correlación entre Mo/Lo

Para cada zona se hizo una base de datos que contiene la etiqueta de cada individuo, el valor de cada estructura así como el lugar de colecta. De igual forma se generó otra base con el total de los cráneos clasificados por zona para su análisis estadístico.

El análisis estadístico utilizado con los valores de las 21 estructuras obtenidas de la estandarización, obtenidos al eliminar el factor talla, se realizó mediante el método multifactorial de análisis canónico de variables que permite predecir grupos mediante un juego de caracteres, estableciendo *a priori* las posibles agrupaciones (Tabacknick & Fidell, 1989).

Para reafirmar la posible agrupación se utilizó el método de componentes principales el cual permitió identificar cuales variables del grupo original forman subgrupos que son relativamente

independientes, agrupándolas en factores que muestran estas separaciones (Tabacknick y Fidell, 1989).

6. RESULTADOS

6.1 Análisis exploratorio de datos

Las 22 variables resultantes en el modelo después de la evaluación; se presentan en la Tabla 3, es importante mencionar que son mediciones relacionadas, en su gran mayoría, con el aparato masticador y con estructuras de protección en el cráneo.

Las 22 variables obtenidas contribuyeron un alto porcentaje de certidumbre clasificatoria (90.3%) que describe una adecuada discriminación entre los grupos, así como un grado de discriminación aceptable con un valor de Wilks' Lambda de 0.1, los valores de este estadístico van de cero a uno y el "cero" es la mejor discriminación y el "uno" significa nula discriminación.

Tabla 3. Variables del protocolo tradicional resultantes del análisis exploratorio.

3. Longitud basal de Hensel (LBH)	19. Longitud del forámen lacerado posterior (LFLP)
4. Longitud cóndilo-caninos (LCC)	20. Ancho del forámen lacerado posterior (AFLP)
5. Longitud del rostro (LR)	21. Ancho del rostro de los caninos (ARC)
6. Longitud de la rama dentaria superior (LRDS)	23. Ancho mínimo interorbital (AMI)
7. Longitud de la serie de postcaninos Superiores (LSPS)	24. Ancho del proceso supraorbital (APS)
8. Longitud del paladar (LP)	29. Ancho máximo del cráneo (AMC)
10. Longitud postpaladar (LPP)	30. Longitud máxima de los nasales (LMN)
11. Ancho del rostro a nivel del segundo Postcanino (ARSP)	32. Longitud lacrimorbital izquierda (LLI)
13. Longitud de los forámenes incisivos (LFI)	35. Longitud postorbital derecha (LPD)
14. Longitud de la bula timpánica (LBT)	41. Altura de la región facial (ARF)
16. Longitud alveolar del canino (LAC)	43. Longitud del dentario (LD)

Como se puede observar en la Tabla 4 el porcentaje de clasificación presentado por el modelo es alto en su valor de certidumbre clasificatoria, corroborando la agrupación realizada *a priori* esta diferenciación de los grupos se dio por medio de los atributos medicionales de los cráneos.

Tabla 4. Matriz de clasificación obtenida por grupo de cada zona de la prueba de discriminantes exploratoria. (a= zona norte del Golfo de California, b= zona sur del Golfo de California y c= zona de Baja California-California)

Grupo	Porcentaje correcto de clasificación	a P = .3614	b P = .2771	c P = .3614
a	93.333	28	0	2
b	95.6520	0	22	1
c	83.333	2	3	25
Total promedio	90.361	30	25	28

El análisis canónico de variables, en su modalidad de regresión por pasos hacia delante (stepwise) (Molinero, 2002), prueba cada una de las variables contra las restantes, con esta modalidad es posible comparar y medir cada una de las medidas del protocolo así como las combinaciones resultantes entre ellas. Con esto se busca obtener la mejor clasificación de los grupos y un valor aceptable de discriminación.

Para fortalecer los resultados se hizo una clasificación con 21 y 23 variables con el fin de observar como los valores de clasificación varían alrededor de las 22 variables resultantes (Tabla 5). Con 21 variables probadas en el modelo se obtuvo un porcentaje de clasificación del 86% y con 23 del 87%, por lo que la mejor clasificación y el nivel de discriminación obtenidos fue con 22 variables con un 90.3% de clasificación.

Tabla 5. Matrices de clasificación del análisis preliminar con 21 y 23 variables de protocolo tradicional de cráneos de *Zalophus californianus*. . (a= zona norte del Golfo de California, b= zona sur del Golfo de California y c= zona de Baja California-California)

Matriz con 21 variables

	Porcentaje correcto	a p = .3614	b p = .2771	c p = .3614
a	90.0000	27	1	2
b	91.3043	1	21	1
c	80.0000	3	3	24
Total	86.7469	31	25	27

Matriz con 23 variables

	Porcentaje correcto	a p = .3614	b p = .2771	c p = .3614
a	86.666	26	0	4
b	95.652	0	22	1
c	83.333	1	4	25
Total	87.951	27	26	30

En la Tabla 6 se pueden observar las distancias de los grupos en sus valores de probabilidad, así como las distancias cuadráticas de Mahalanobis, de la parte norte y sur del Golfo de California así como la zona de Baja California-California. Se presentaron diferencias significativas en los cráneos entre las tres zonas ($P < 0.05$).

Tabla 6. Parte superior de la matriz diferencias entre las distancias cuadráticas de Mahalanobis y parte inferior de la matriz diferencias en valores de P por grupos de cráneos de *Zalophus californianus* por zona. (a= alto Golfo de California, b= bajo Golfo de California y c= Baja California-California).

	a	b	c
a		5.726636	4.076579
b	0.000000		3.040980
c	0.000008	0.000338	

La Figura 7 muestra la relación entre cráneos por zona y grupos. Las distancias entre los centroides confirma la separación entre grupos, así como la matriz correcta de clasificación (Tabla 4), los valores de las distancias de Mahalanobis y de probabilidad (Tabla 6) y el valor del estadístico de Wilks' Lambda.

La raíz canónica 1 explica el 69.33% de la varianza, diferenciando al grupo de la parte norte del Golfo de California con la parte de Baja California-California, por su parte la zona del sur del golfo se define de estos dos grupos en la raíz canónica 2 la cual explica el 38.84% de la varianza y donde se puede observar como se separa en el plano. Los coeficientes canónicos definen que las variables que separan estos grupos son el ancho del rostro al nivel del segundo poscanino (ARSP), la longitud cóndilo-caninos (LCC) y la longitud de la rama dentaria superior (LRDS).

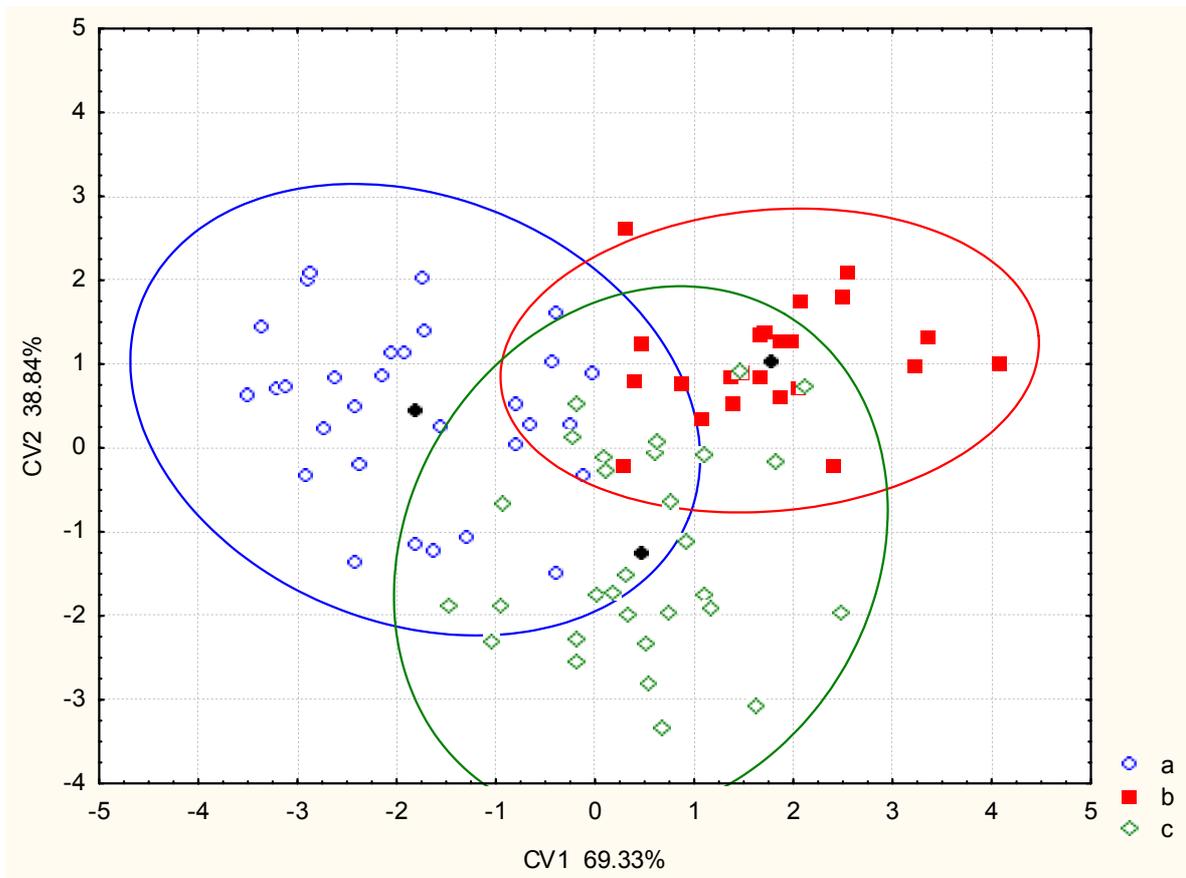


Figura 7. Agrupación preliminar de cráneos de lobo marino de California por región del norte de Golfo (a), sur del Golfo (b) y Baja California-California (c), ● posición de los centroides por grupo.

Cada zona presento variación en sus 22 medidas principalmente en las de mayor longitud, siendo las zonas con mayor diferencia las de la zona norte del golfo y la zona de Baja California-California, como se observa en la Figura 8.

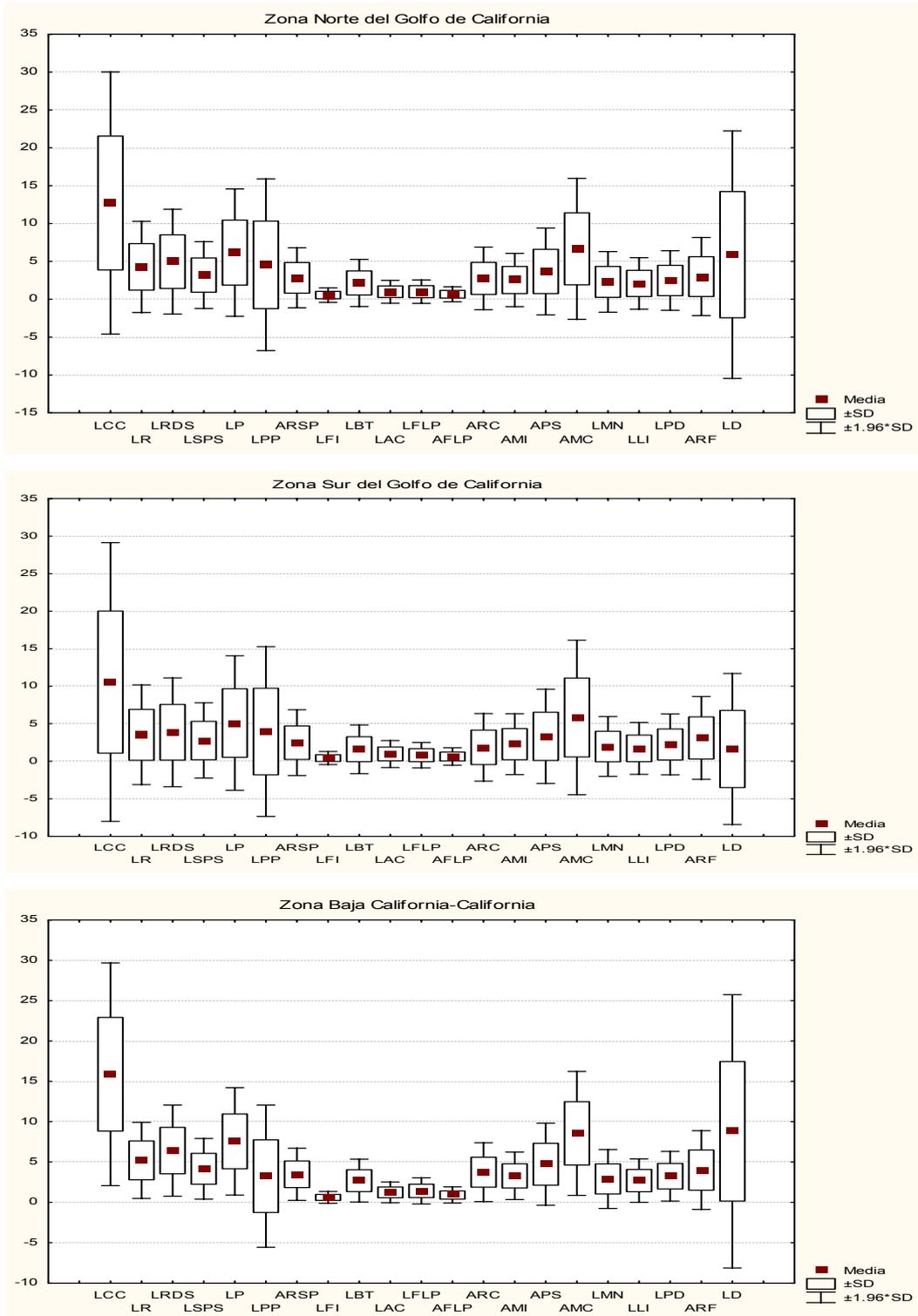


Figura 8. Diagramas de dispersión morfométrica por zona.

6.2 Análisis de datos

Con los 352 cráneos de lobo marino de California se realizó un ACV de clasificación promedio, que dio como resultado un porcentaje de certidumbre del 67%, con mayor clasificación para los cráneos pertenecientes a la zona de la costa occidental del Golfo de California-California (Tabla 7). Con un valor del estadístico Lambda de Wilks' de 0.6. Se encontraron diferencias significativas entre grupos ($P < 0.05$) como se puede observar en la Tabla 8. Aunque el porcentaje de certidumbre es bajo, las separaciones entre grupos sugieren la existencia de una estructura con tres zonas.

Tabla 7. Matriz de clasificación de cráneos de lobo marino de California por grupo. (a= Norte del Golfo de California, b= Sur del Golfo de California y c= Baja California-California).

Grupo	Porcentaje correcto	a P= .352	b p= .094	c p= .552
a	67.22689	80	3	36
b	21.87500	18	7	7
c	75.13228	46	1	142
Total	67.35294	144	11	185

Tabla 8. Diferencias entre grupos representados en valores de probabilidad de cráneos lobo marino de California. (a= Norte del Golfo de California, b= Sur del Golfo de California y c= Baja California-California).

	a	b	c
a		0.006360	0.000000
b	0.006360		0.000000
c	0.000000	0.000000	

En la Figura 9 se observa la relación de los 340 cráneos de lobo marino de California en un metaespacio resultante de la combinación de todas las variables. La separación obtenida del análisis canónico de variables con las 21 variables utilizadas se presenta a las diferencias significativas existentes entre ellas. Aunque los centroides muestran substancialmente estas diferencias (Tabla 2a, Anexo 2), se puede observar una superposición entre los cráneos del norte del Golfo de California con los cráneos de la costa occidental de California, así como entre el norte del Golfo con la parte del sur, esto podría suponer que la zona sur del golfo es una zona de transición como ya se había observado anteriormente en la figura 8.

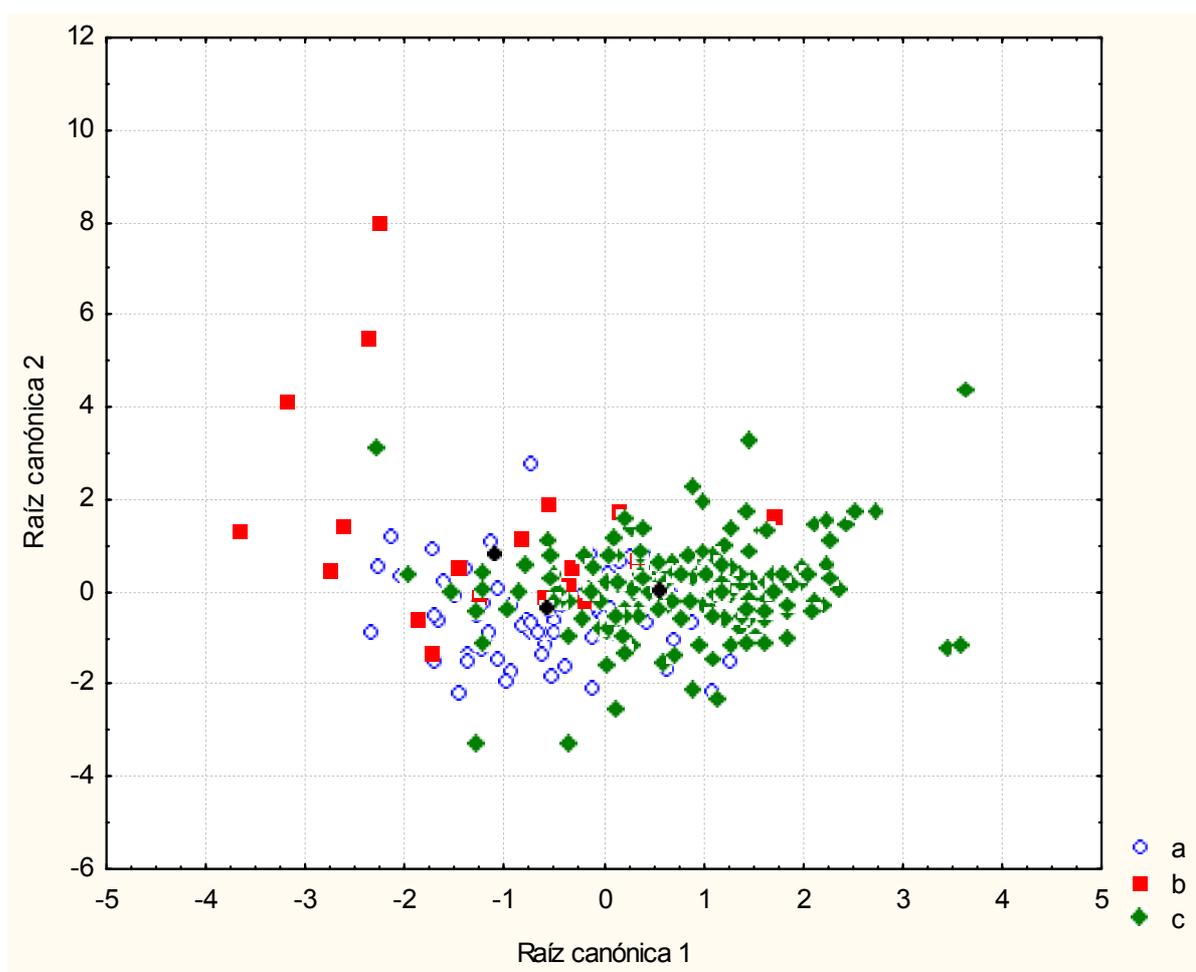


Figura 9. Agrupación de los 352 cráneos de lobo marino por zona. ● Posición de los centroides por grupo. (a= Norte del Golfo de California, b= Sur del Golfo de California y c= Costa occidental de California).

Para obtener un mejor porcentaje de clasificación se obtuvieron las variables canónicas con cráneos que presentaran todas las estructuras, los caracteres AMI (ancho mínimo interorbital), LFI (longitud de los forámenes incisivos) y AFLP (ancho del forámen lacerado posterior) resultan las variables que proporcionan el mayor porcentaje de clasificación para las regiones (Tabla 3. Anexo III). Con los valores de este análisis pueden ser propuestas tres ecuaciones de clasificación, una para cada zona:

$$C1 = .313 + 18.21(\text{AMI}) + 8.87 (\text{LFI}) + 6.29 (\text{AFLP}) \text{ Norte del Golfo}$$

$$C2 = .073 + 19.30(\text{AMI}) + 9.12 (\text{LFI}) + 8.85 (\text{AFLP}) \text{ Sur del Golfo}$$

$$C3 = .612 + 19.00(\text{AMI}) + 8.85 (\text{LFI}) + 7.02 (\text{AFLP}) \text{ BC-California}$$

Los coeficientes canónicos para las variables dieron como resultado que la longitud del rostro (LR), la longitud de la rama dentaria superior (LRDS), el ancho del rostro al nivel del segundo poscanino (ARSP) y el ancho del rostro al nivel de los caninos (ARC) fueron las variables con mayor peso dentro del análisis como se observa en la Tabla 4a del anexo IV. Estas variables son las que mayor discriminación proporcionan entre las tres regiones.

Para reafirmar la separación de los grupos resultantes del análisis de discriminantes, utilizando la matriz del ACV se realizó un análisis de componentes principales sobre la matriz de correlación. Este análisis extrae los primeros cuatro componentes y acumuló el 88% de la varianza total explicada (eigenvalor 1 con 77%, eigenvalor 2 con 4.1%, eigenvalor 3 con 3.6% y eigenvalor 4 con 3.1%) como se muestra en la Tabla 5 del Anexo V.

Con este análisis se reafirma la separación entre las zonas, lo que puede observarse en la Figura 10 donde se presentan tres grupos definidos. El grupo ubicado en la parte superior está formado por una mezcla de cráneos de las tres zonas, la agrupación central está conformada mayormente por cráneos de la zona del norte del

Golfo con un 52% y la agrupación inferior está representada por cráneos de la costa occidental de California con un 80.3%.

En la Figura 10 el primer factor explica el 77% de la varianza y muestra mostrando la existencia de una estructura bien marcada en los cráneos (Tabla 5. Anexo V). Es importante destacar que el segundo factor, aún explicando solo el 4% de la varianza, demuestra que dentro de la estructura del primer factor existen agrupamientos individuales claramente marcados formando una subestructura clara, por lo que se pueden puntualizar estas diferencias entre las tres zonas propuestas.

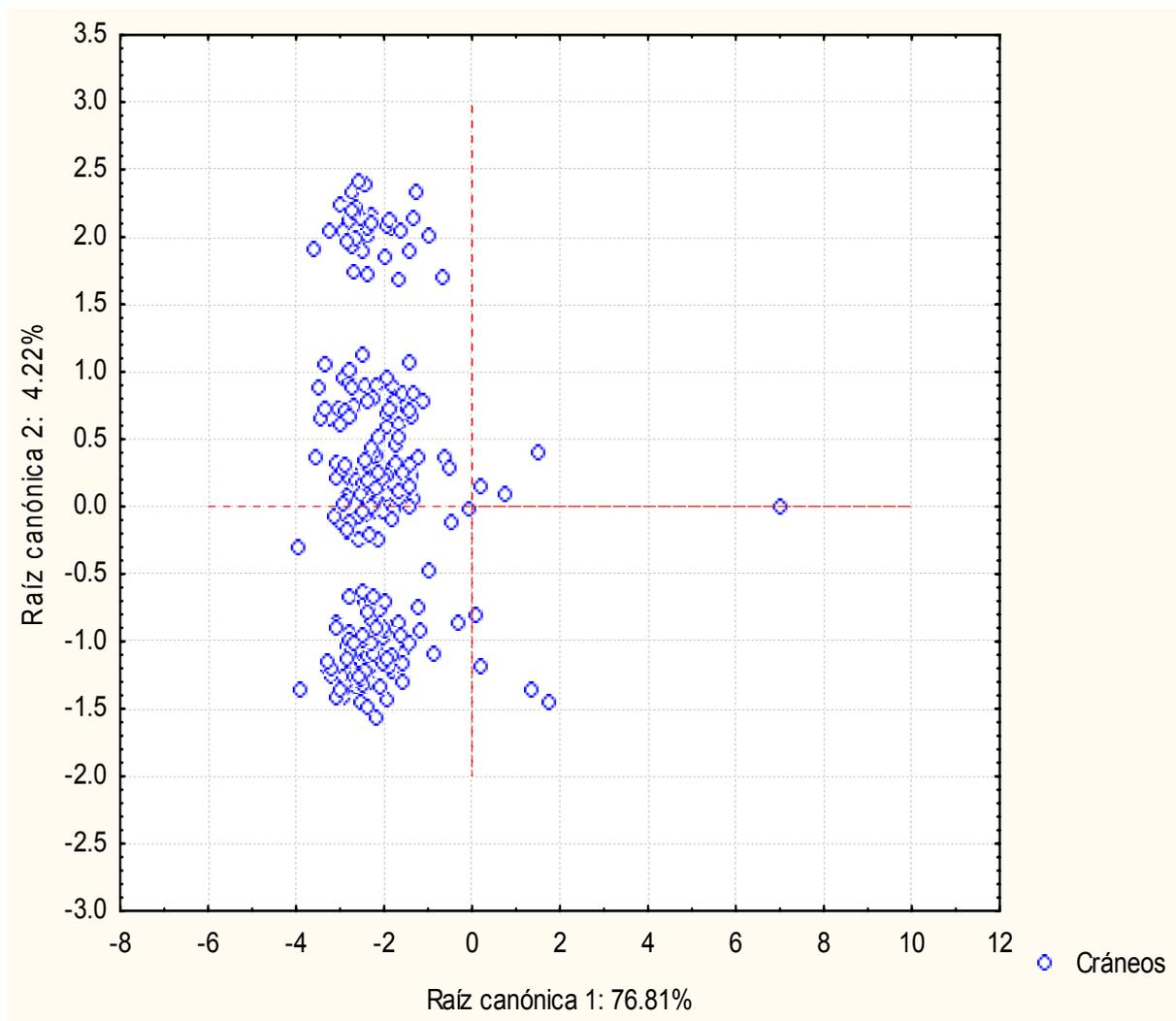


Figura 10. Agrupación de cráneos de lobo marino de California por medio de componentes principales.

6.3 Clasificación errónea por región de cráneos de lobo marino de California

Las matrices de clasificación obtenidas por medio del análisis de discriminantes demuestran que para cada una de las regiones existen cráneos erróneamente clasificados de acuerdo al modelo. De las tres regiones asignadas *a priori*, los cráneos pertenecientes al norte del Golfo presentaron mayor porcentaje de clasificación errónea, les siguen los pertenecientes a la parte de Baja California-California para finalizar con la parte sur del Golfo, como se observa en la figura 11.

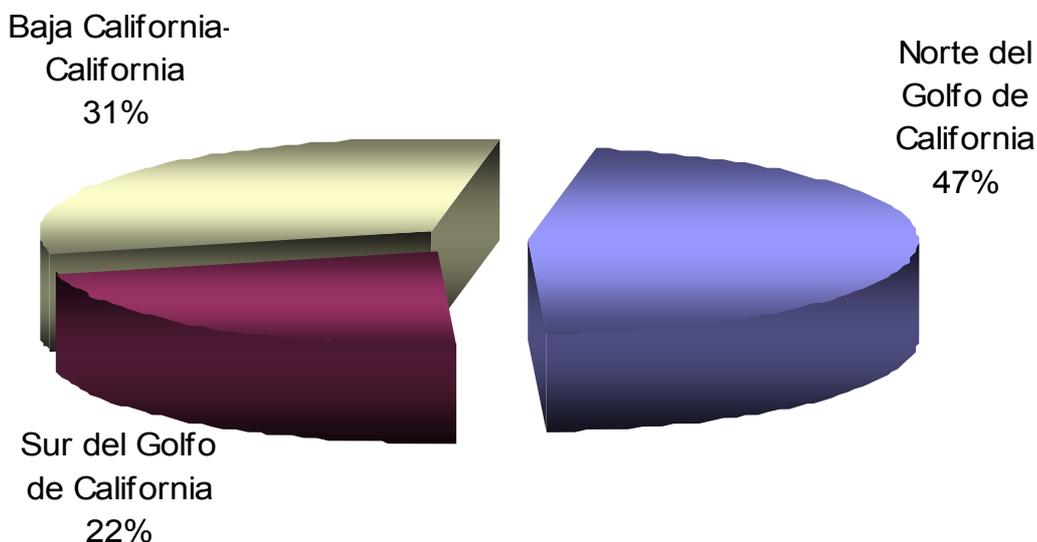


Figura 11. Porcentaje de clasificación incorrecta de cráneos de lobo marino de California por región.

La Tabla 9 muestra que el porcentaje de clasificación correcta por región es alta para la parte norte del Golfo de California y la región correspondiente a Baja California-California. La única región que no presentó un valor alto en su propia clasificación fue el sur del Golfo de California, los que se clasifican principalmente para la zona alta del Golfo de California, con lo que demuestra que es una zona de traslape importante ya que muestra el mismo porcentaje para la zona de Baja California-California.

Tabla 9. Porcentaje de clasificación en cráneos de lobo marino de California para cada región.

Región	Norte del Golfo	Sur del Golfo	BC-California
Alto Golfo	67.22	2.52	30.25
Bajo Golfo	56.25	21.87	21.87
BC-California	24.33	0.52	75.13

La lobería que aporta el mayor número de cráneos mal clasificados es la de los Islotes, ubicada en la parte sur del Golfo de California y la última. Isla Lobos en la parte norte que tiene en segundo orden el mayor número de cráneos mal clasificados para terminar con Magdalena en la zona del Pacífico. El Granito y Ángel de la Guarda en la zona norte del Golfo e Isla Margarita en el Pacífico de igual forma aportan un número importante de cráneos mal clasificados como se aprecia en la Figura 12.

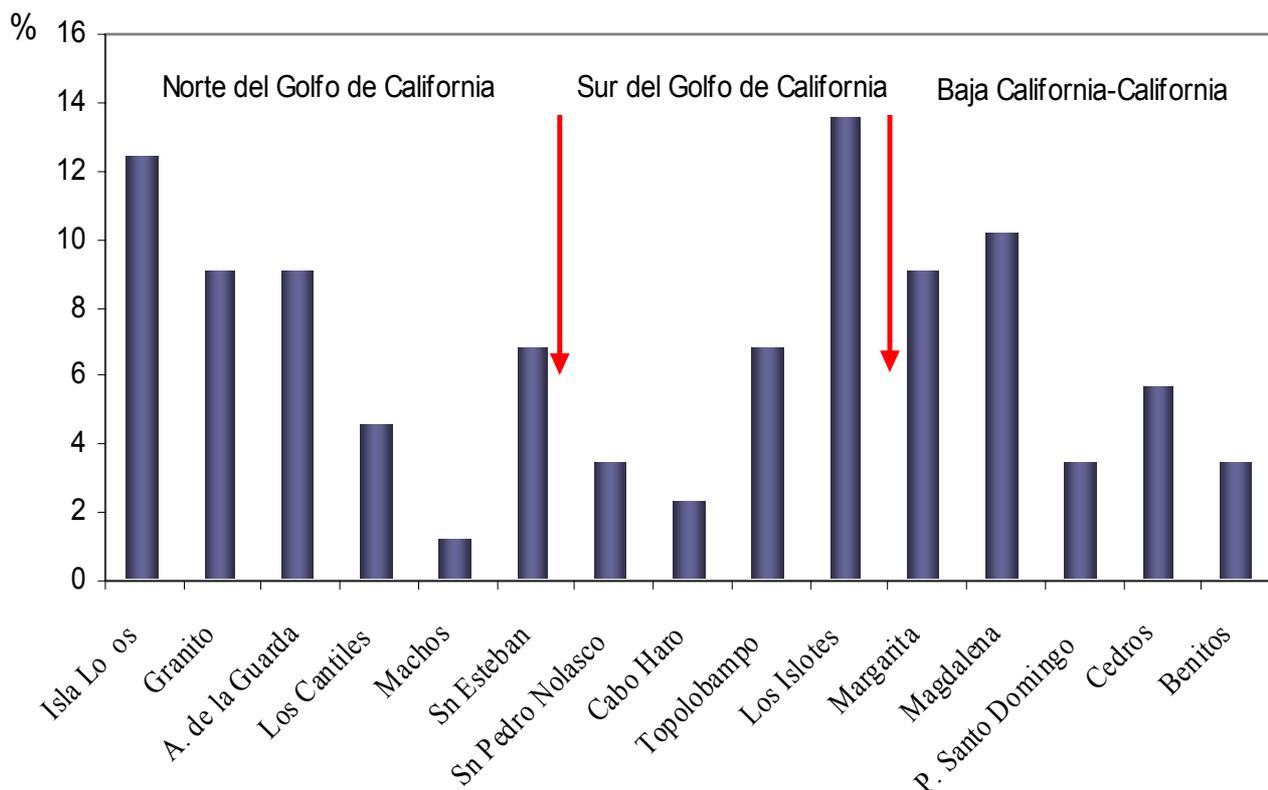


Figura 12. Clasificaciones incorrectas por loberías de cada región.

6.4 Comparación entre lobos marinos de California y Galápagos

Se midieron las 22 estructuras resultantes del análisis preliminar en 52 cráneos de machos adultos y subadultos de lobo marino de Galápagos (*Zalophus californianus wollebaeki*). Con la información de éste y la del lobo marino de California se realizó el análisis discriminante con un total de 404 cráneos.

Se obtuvo un 75.5% de porcentaje de certidumbre en la matriz de clasificación (Tabla; 10), ningún cráneo del lobo marino de Galápagos resultó clasificado para alguna de las regiones utilizadas del Golfo de California y costa occidental de California. Como se observa en la Tabla 11, se encontraron diferencias significativas entre los cuatro grupos ($P < 0.05$) con un valor del Lambda de Wilks' de 0.09 obteniendo mayor poder de discriminación en esta comparación que la realizada solo con cráneos de lobo marino de California.

Tabla 10. Matriz de clasificación de cráneos de lobo marino de California y Galápagos por grupo. (a= Norte del Golfo de California, b= Sur del Golfo de California, c= Baja California-California; g= Galápagos).

Grupo	Porcentaje correcto	a p=.3061	b p=.0816	c p=.4795	g p=.1326
a	56.7909	46	1	33	1
b	31.5987	6	6	7	0
c	87.3418	18	1	139	0
g	100.0000	0	0	0	23
Total	75.52041	150	9	181	24

Tabla 11. Diferencias entre grupos de cráneos lobo marino de California y Galápagos.(a= Norte del Golfo de California, b= Sur del Golfo de California, c= Baja California-California; g= Galápagos).

	a	b	c	g
a		0.001695	0.000000	0.000000
b	0.001695		0.000000	0.000000
c	0.000000	0.000000		0.000000
g	0.000000	0.000000	0.000000	

En la Figura 13 se observa en el plano multifactorial, las agrupaciones de los cráneos de lobo marino de California y el de Galápagos para las dos primeras variables (longitud cóndilo-caninos, longitud del rostro) en dos factores.

Como se observa el grupo perteneciente a Galápagos se separa completamente de los grupos del Golfo de California y Baja California-California y existe diferencia significativa en la distancia de los centroides (Tabla 2b; Anexo II). La estructura multifactorial de los cráneos del de California se compactó con la presencia del de Galápagos y hace más notoria la diferencia entre las sub-especies.

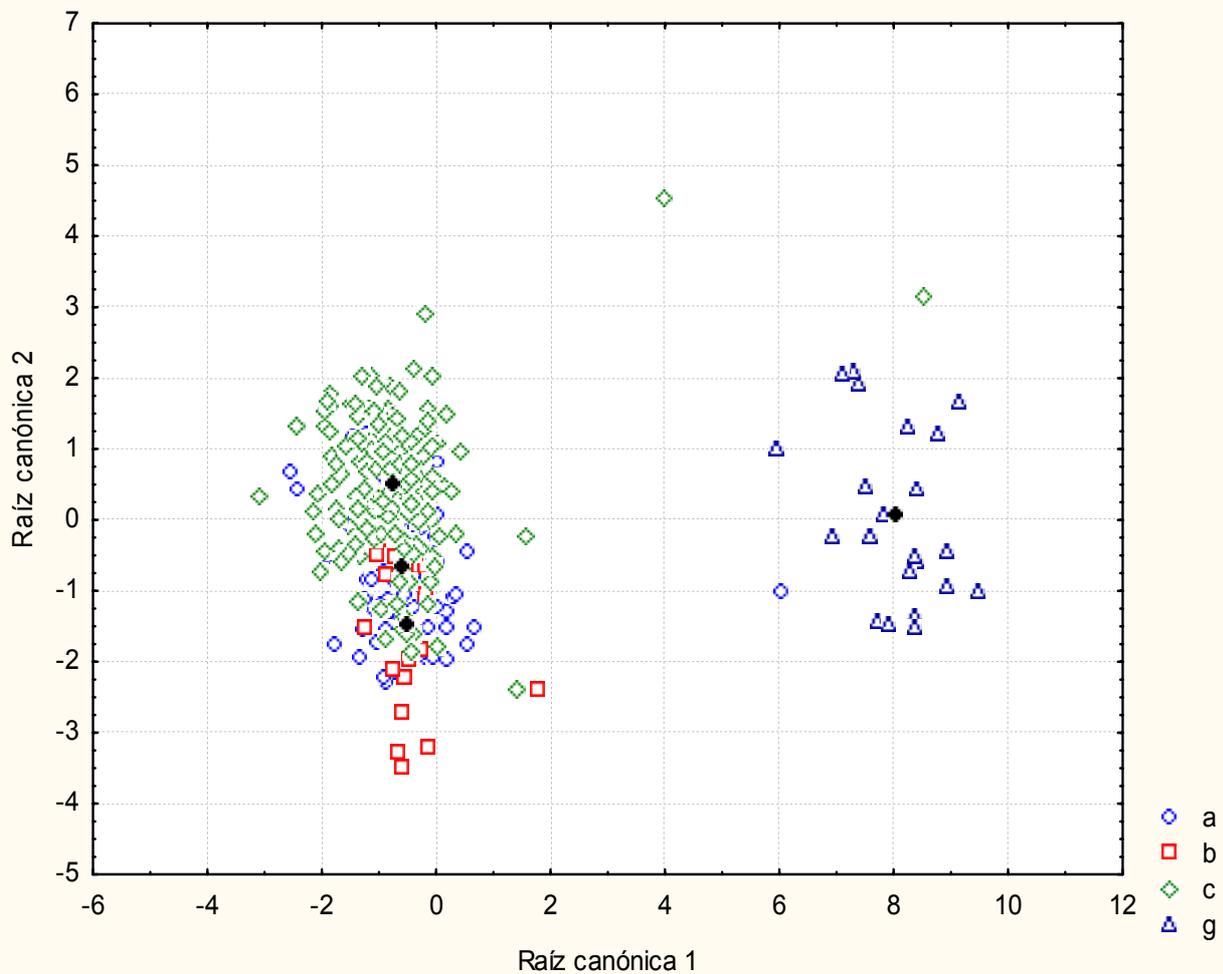


Figura 13. Agrupación de los 404 cráneos de lobo marino por zona. ● Posición de los centroides por grupo (a= Norte del Golfo de California, b= Sur del Golfo de California, c= Costa occidental de California; g= Galápagos).

Los coeficientes canónicos para las variables del análisis con los cráneos de Galápagos dieron como resultado que la longitud condilo-caninos (LCC), la longitud de la rama dentaria superior (LRDS), la longitud del paladar (LP), la longitud de los forámenes incisivos (LFI), la longitud del foramen lacerado posterior (LFLP) y el ancho mínimo interorbital (AMI) fueran las variables con mayor peso dentro del análisis como se observa en la Tabla 4b del Anexo IV. Estas variables son las que dan como resultado la discriminación entre los cráneos de ambas razas geográficas.

Para reafirmar las agrupaciones obtenidas con discriminantes se realizó un análisis de componentes principales con los datos de las dos subespecies efectuado sobre la matriz de correlación. Se observó que los primeros cuatro componentes acumularon el 87% de la varianza total explicada (longitud condilo-caninos con 76%, longitud del rostro con 4.3%, longitud de la rama dentaria superior con 3.6% y longitud de la serie de postcaninos superiores con 3.2%) como se muestra en la Tabla 6 del Anexo VI.

Como se puede observar, los individuos de Galápagos presentaron dos estructuras más a diferencia de los grupos del Golfo de California y Baja California-California.

En la Figura 14 se pueden observar las agrupaciones de los cráneos de ambas especies. En el primer factor que explica el 76% de la varianza total, existe una dispersión marcada hacia el centro de los vectores, generada por la ubicación de los cráneos de los organismos de Galápagos (en verde) aunque no se logran observar estas agrupaciones con claridad. Semejante a los cráneos de lobo marino de California en el factor II, que explica el 4.3% restante de la varianza se visualiza una subestructura más compacta generada por la presencia de los organismos de Galápagos.

En la Figura 15 se presenta la longitud cóndilo-canino, longitud del rostro y longitud de la rama dentaria superior representada en 3 factores que explican el 84% de la varianza total. En este gráfico es evidente como se separan los grupos a diferencia del gráfico anterior, siendo el grupo en rojo los cráneos correspondientes al lobo marino de Galápagos y el grupo en azul al de California.

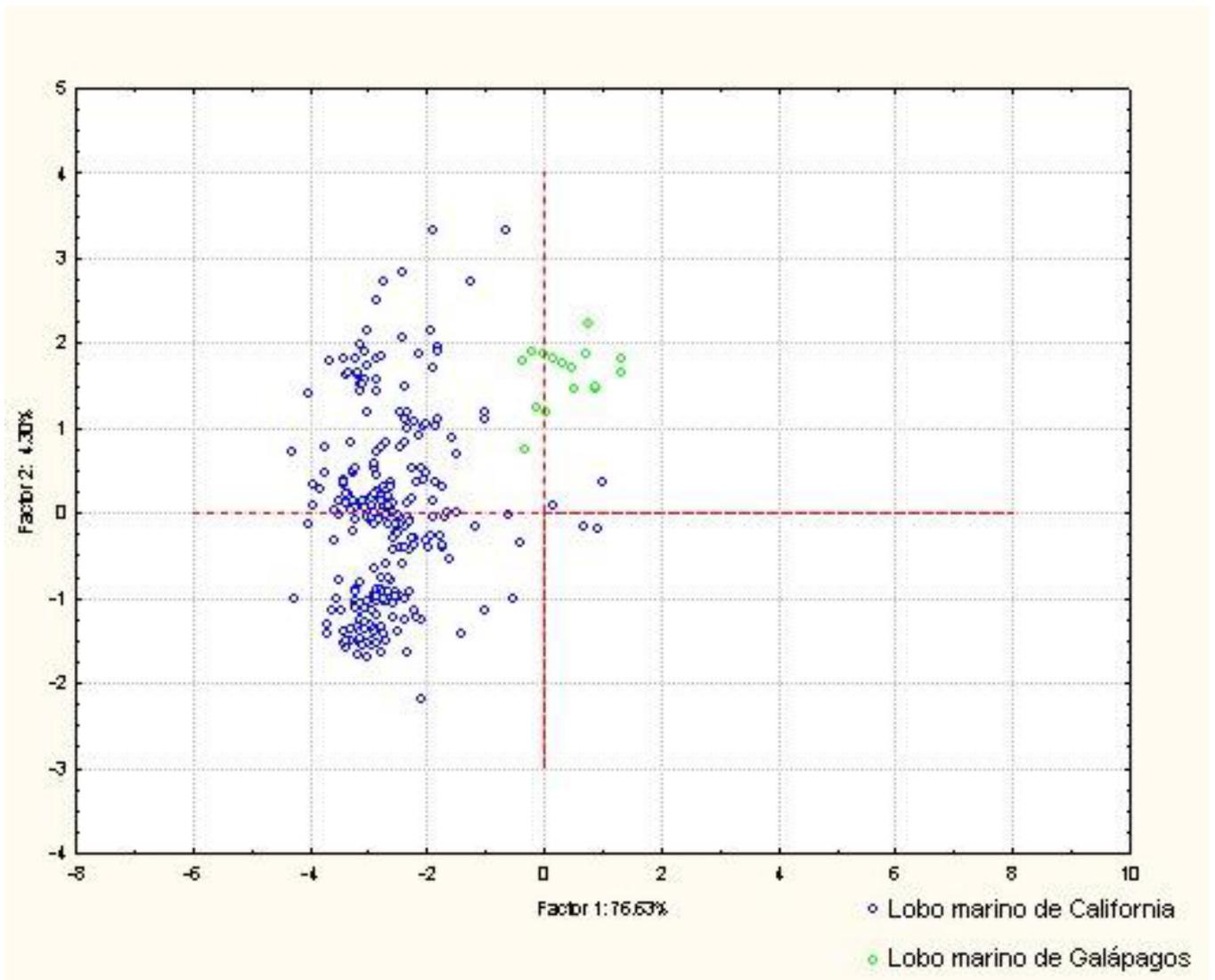


Figura 14. Agrupación de cráneos de lobo marino de California y lobo marino de Galápagos por medio de componentes principales.

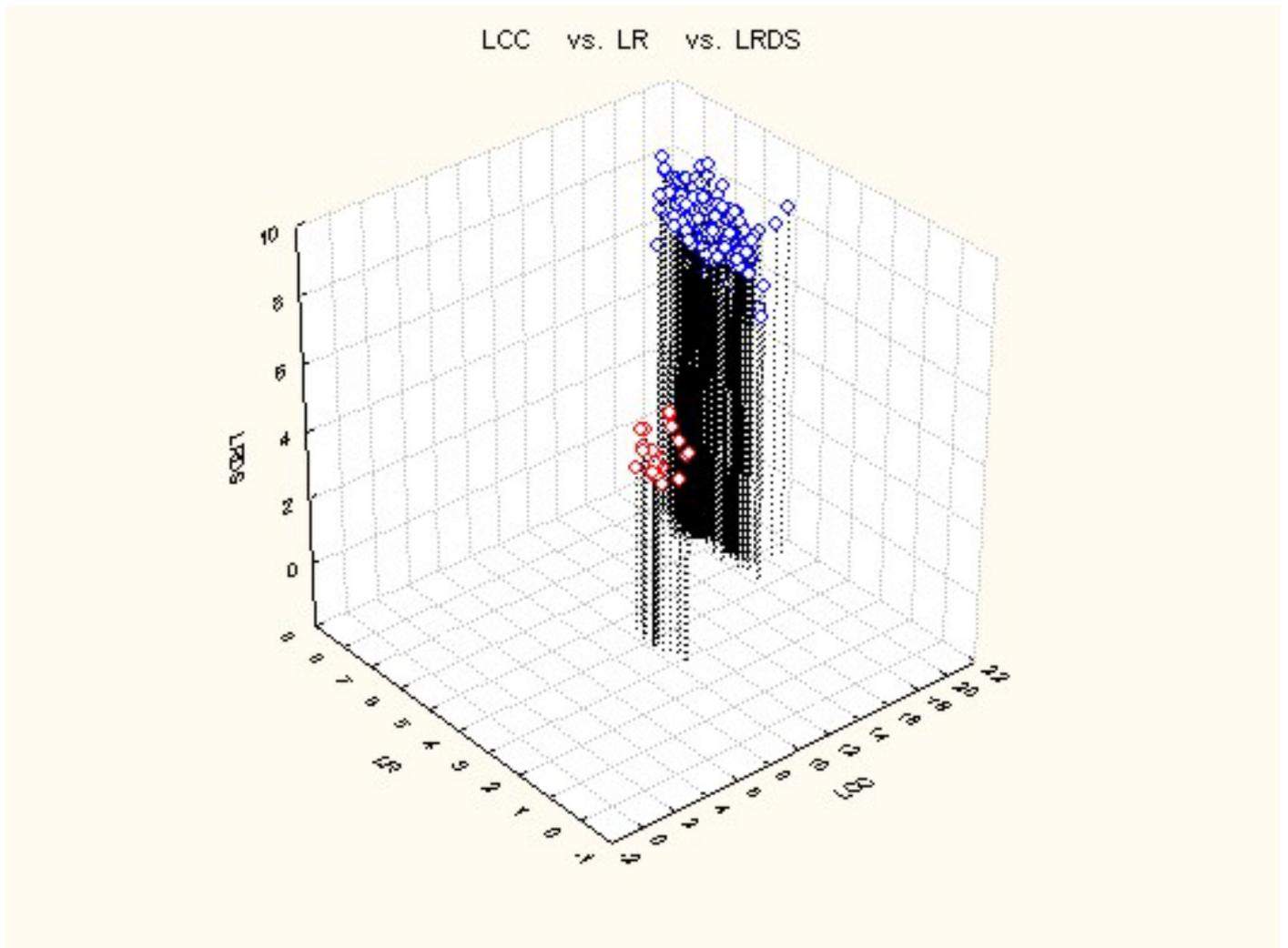


Figura 15. Agrupación tridimensional obtenida por medio de los tres primeros componentes principales de cráneos de lobo marino de California y lobo marino de Galápagos (LCC= longitud cóndilo-caninos, LR= longitud del rostro y LRDS= longitud de la rama dentaria superior).

6.5 Clasificación errónea de cráneos de lobo marino de Galápagos

Para el caso del lobo marino de Galápagos no existieron clasificaciones erróneas. Como se puede observar en la matriz de clasificación (Tabla; 11), solamente un cráneo se ubicó para la región de la parte norte del Golfo de California y el resto se clasificó correctamente en la región de Galápagos.

7. DISCUSIÓN

7.1 Diferencias entre cráneos de lobo marino de California

Los cráneos de machos adultos de lobo marino de California (*Zalophus californianus*) de la zona norte del Golfo de California, la parte sur del Golfo de California y la zona de Baja California-California presentan diferencias entre si. Las divergencias más evidentes se presentan entre cráneos de la zona alta del Golfo de California y los ubicados en la zona de Baja California-California.

En un estudio antecedente a éste, Orr *et al.*, (1970) no encontraron diferencias entre dos loberías del Pacífico oriental y dos del Golfo de California, debido al uso de pocas estructuras craneales dentro de su análisis, al número reducido de loberías y a las herramientas estadísticas utilizadas.

Datos similares a nivel de estructuras craneales, se han encontrado en el lobo marino del Norte o lobo marino de Steller (*Eumetopias jubatus*), donde los cráneos de machos adultos pertenecientes a las regiones de Alaska, Japón y California, mostraron diferentes que sugieren la presencia de poblaciones diferentes (Brunner, 2002).

La taxonomía es importante para lograr mejores apreciaciones de la diversidad biológica y esta debe de ser complementada con metodologías diversas como: morfométricas, moleculares y ecológicas. Con su ayuda, se ha logrado tener un panorama más adecuado para comprender los cambios producidos a través del tiempo en las diversas formas biológicas y de igual manera en las poblaciones de lobo marino de California.

Con relación a esta especie, se han reportado en los últimos años, diferencias genéticas entre loberías del Golfo de California y

la costa occidental de Baja California. Maldonado *et al.*, (1991) demostraron que existe una separación en la distribución de genotipos de ADN mitocondrial entre las poblaciones del Pacífico y el Golfo de California. Este hallazgo fue confirmado por Schramm *et al.*, (2001) quienes muestran con mayor número de loberías estudiadas, que no solo existen diferencias de ADN mitocondrial entre el occidente de Baja California y el Golfo de California, sino que también existen diferencias entre las poblaciones del norte, centro y sur del Golfo de California. Esta información sugiere que a nivel de genotipo, las poblaciones dentro del Golfo de California y la costa occidental de Baja California, podrían estar pasando por un proceso de cambio.

Según Schramm (2002), la diversidad genética más alta se encontró en el norte del Golfo, seguida por la parte central del Golfo, la costa occidental de Baja California, para finalizar con la menor diversidad en la parte sur del Golfo. Esta mayor diversidad en el Norte y Centro, podría estar asociada a la permanencia de individuos en esta zona durante mucho tiempo, debido a que el Golfo puede funcionar como una trampa para especies templadas que mantienen poblaciones subtropicales aisladas. Además de dicho aislamiento, pudo haber ocurrido más de una incursión de lobos marinos hacia el Golfo, durante varios episodios geológicos.

En comparación con la gran variedad de formas fósiles que se pueden encontrar en el Otariidae y otros grupos extintos de pinnípedos, especialmente los odobénidos, los otáridos en particular han tenido una diversificación muy baja hasta tiempos modernos (Repenning y Tedford, 1977).

Ciertamente hace 8 millones de años algunos otáridos en el Pacífico Norte eran característicos debido al incremento en el tamaño del cuerpo, un marcado desarrollo supra-orbital en los cráneos de los machos, lo que generaba un claro dimorfismo sexual.

Debido a estas características, exceptuando algunas ligeras diferencias en partes de los elementos de las extremidades y por la permanencia de doble raíz en la dentición (que aún se presentan en algunos casos), estas formas podrían ser consideradas fácilmente como lobos marinos modernos.

Posiblemente debido a esto, las diferencias en los cráneos del lobo marino de California de cada región no son evidentes a simple vista, pero es posible detectarlas al realizar análisis más finos y con herramientas estadísticas de mayor poder de resolución.

Las estructuras que diferencian los cráneos de lobo marino de California entre las tres regiones, están asociadas al aparato masticador (longitud del rostro, longitud de la rama dentaria superior, ancho del rostro al nivel del segundo post-canino y ancho del rostro al nivel de los caninos). Debido a la posición de estas estructuras en el cráneo, una primera sugerencia podría señalar a los hábitos alimentarios como conexión. Es conocido que los individuos de esta especie se alimentan de presas diferentes dependiendo la región en la que habiten. Esto ha sido reportado por García-Rodríguez (1999) quien describe que existen cambios espaciales y temporales en su alimentación del en siete loberas reproductoras del Golfo de California, estudiadas por él.

Aunque el lobo marino de California consume una gran variedad de especies, alrededor de 112 tipos de presas, el número de importancia en las presas consumidas es reducido y no difieren en gran medida entre ellas (García-Rodríguez, 1999). Debido a esto, difícilmente los cambios presentados en las estructuras entre regiones se han dado en función del aprovechamiento de una especie o especies en particular, por lo que el factor alimentación seguramente no es el más importante en estas diferencias en la morfometría craneal de la especie.

Las estructuras antes mencionadas también tienen implicaciones en la reproducción del lobo marino. Se conoce que los machos combaten durante el periodo reproductivo para defender territorios semi-acuáticos (Odell, 1975). Estas peleas consisten en una serie de forcejeos separados por pausas breves, las agresiones que se presentan son mordidas a nivel del cuello, en los costados y en las aletas, pero el cuello es la zona que recibe mayor número de mordidas (Peterson y Bartholomew, 1967).

Se ha reportado que las cópulas para la zona del Pacífico Oriental son en promedio 60% en el agua (Odell, 1975), mientras que en el Golfo de California pueden alcanzar hasta 98% (García-Aguilar *et al.*, 2003). Esto sugiere que las peleas entre machos involucran un mayor componente terrestre en la costa occidental de Baja California que en el Golfo de California, aunque esto también depende de la topografía de las loberías. Las peleas terrestres requieren mayor contacto físico entre machos e involucran estructuras del cráneo con las que los machos muerden y golpean, mientras que en las peleas acuáticas, las estructuras craneales no tienen tanta importancia ya que se ven involucradas algunas otras estructuras con mayor frecuencia como las aletas. Debido a esto, las estructuras del aparato masticador tienen otras funciones, además de la alimentación y juegan un papel relevante en el éxito reproductivo de los machos como armas de defensa y ataque.

En otros otáridos este tipo de estructuras ya han sido reportadas como órganos especializados en el comportamiento reproductivo en machos. Brunner (1998) registró enfrentamientos entre lobos finos de Nueva Zelanda *Arctocephalus forsteri* en los que estructuras como la longitud de la rama dentaria superior, la longitud cóndilo-caninos y otras más, pueden incrementar la habilidad de los machos para mantener y defender su territorio.

7.2 Comparación entre el lobo marino de California y el lobo marino de Galápagos

Aspectos reproductivos

Al comparar los cráneos de lobo marino de California y del lobo marino de Galápagos por medio de un ACV, se pueden observar diferencias generales (Figura 13), del mismo modo que las estructuras que diferencian estas dos especies. Los cráneos de machos adultos y subadultos del lobo marino de Galápagos son en general mas pequeños que los cráneos del lobo marino de California, esto puede ser debido a las condiciones que se presentan al nivel del Ecuador donde las estaciones no son tan marcadas como en latitudes mayores, cambios que podrían resultar en un mayor tamaño corporal (Salazar, 1999). Con estas mínimas variaciones estacionales a las que se ven sujetos los organismos en las Islas Galápagos, la época de reproducción de este lobo marino se inicia a principios de junio y culmina a finales de diciembre (Trillmich, 1987), mayor que para el lobo marino de California, que inicia a principios de mayo y culmina a finales de julio, presentando diferencia entre loberías (García-Aguilar y Aurióles, 2003).

En el lobo marino de Galápagos donde el periodo reproductivo es de mayor duración, el grado y numero de enfrentamientos se reduce, ya que los machos no pueden mantener la vigilancia de territorios por muchas semanas. Esto puede derivar en una estructura dentaria distinta a la que presenta el lobo marino de California que esta expuesto a mayor numero de enfrentamientos concentrados en un periodo más corto. En este mismo contexto en loberías extensas es mas probable que los enfrentamientos entre machos sean menores que en espacios reducidos (Sutherland, 1996). Las loberías en las Islas Galápagos presentan números reducidos de individuos extendidos en zonas amplias por lo que el contacto entre animales es menor (Salazar, 1999) mientras que las

loberías en el Golfo de California y la costa occidental de Baja California y California son de tamaño variado pero con un mayor número de individuos que las loberías en Galápagos.

Aspectos evolutivos

Según Schramm (2002) la cantidad de mutaciones entre un haplotipo y otro puede ser una medida indirecta del tiempo de divergencia entre haplotipos y la cantidad de mutaciones entre *Zalophus c. californianus* y los grupos externos. De acuerdo al registro fósil, el grupo de los lobos marinos divergieron hace aproximadamente 3 millones de años, sin embargo existe una relación más cercana entre *Zalophus-Eumetopias* y *Neophoca-Phocarcots*. Por lo tanto la separación entre *Z. californianus* y *Z. wollebaeki*, debió haber ocurrido más recientemente y podría continuar.

El registro fósil considera que los otáridos se originaron en la parte norte del Pacífico Oriental (Oregon) durante el Oligoceno tardío (Berta y Sumich, 1999), encontrándose el primer organismo reconocible en el mioceno medio (11-12 Ma) para el Pacífico Nor-oriental (Berta y Deméré, 1986). Los otáridos se dispersaron hacia el hemisferio sur debido a diferentes eventos geológicos ocurridos hace aproximadamente 5 Ma (Repenning *et al.*, 1979). Debido a que las aguas frías se expandieron hasta el Ecuador, se facilitó la dispersión de organismos a estas zonas, aislando a algunas poblaciones y/o especies al regresar las condiciones originales (Repenning 1976).

De acuerdo a lo anterior, el lobo marino de Galápagos se originó de una población de lobo marino de California que se desplazó hasta esas Islas en alguno de los periodos glaciares (Aurioles com. pers.). Es probable que al terminar estos enfriamientos, algunos animales regresaron a su distribución anterior

y quedó una población aislada en las Islas Galápagos, por una franja oceánica de temperaturas elevadas.

Como consecuencia de lo presentado anteriormente, es posible que después de la dispersión hacia el hemisferio sur, al terminar la presencia de aguas frías algunos lobos marinos de California en el proceso de regreso a su distribución original, aprovecharon zonas favorables y poblaron la parte deshabitada del Golfo y de la costa occidental del Pacífico, adaptándose a las condiciones que en ese tiempo imperaban.

Posiblemente con este argumento, se podría explicar la existencia de diferencias genéticas entre las poblaciones del Golfo de California y las del Pacífico como se expone en el trabajo de Schramm (1999), quien menciona que las poblaciones de la parte norte del Golfo de California comparten características genéticas similares a las poblaciones que habitan en las islas Galápagos y difieren de las poblaciones más cercanas, como lo son aquellas que se encuentran en la parte del centro-sur del Golfo y las de la costa occidental del Pacífico.

Discrepancia entre el origen geográfico de los cráneos de lobo marino y su sitio de colecta.

Varios de los cráneos de lobo marino de California que corresponden a una unidad de población o región geográfica definida en este estudio, fueron encontrados en sitios muy distantes, lo cual se puede deber a varios factores relativos a la biología y ecología de la especie. La mayoría de los cráneos que discrepan entre su origen y el sitio de recolecta (30%), pertenecen a las regiones del norte del Golfo de California y costa occidental de Baja California y California, esta zona es la que presenta mayor número de cráneos encontrados en otros sitios (Figura 11). Una de las posibles causas de estas discrepancias se podría deber a la migración de invierno que

realizan los machos subadultos de esta especie, fenómeno reportado por Auriolles *et al.*, (1983), donde describen que los machos subadultos se mueven de loberías ubicadas en la parte norte del Golfo de California a la parte sur o a la costa del Pacífico de Baja California.

Es importante mencionar que la parte sur del Golfo presenta el porcentaje más bajo en errores de clasificación. De igual forma es una zona en la que se encontró un alto número de cráneos que posiblemente pertenecen al norte del Golfo. Por otra parte, los análisis realizados presentaron valores similares en la clasificación incorrecta entre la zona sur y la zona de Baja California-California, esto puede deberse a que justamente es la región donde se encuentra la mayor mezcla de organismos pertenecientes a las tres regiones, resultando congruente que la lobería de los Islotes, ubicada en la zona sur del Golfo, sea la que presenta mayor número de cráneos con origen en otras áreas geográficas (Figura 12).

Después del periodo reproductivo los machos adultos suelen migrar hacia el norte, a la zona del norte de California, Oregon y Washington en Estados Unidos y en Canadá, generalmente en busca de zonas de alimentación (Bartholomew *et al.*, 1960). En el caso del Golfo de California, se sospecha que las migraciones se realizan en buena medida de la parte central del Golfo hacia el sur y de ahí hacia el norte a través de la región de Los Cabos (Auriolles *et al.*, 1983). Esto se refleja en el elevado número de cráneos de machos subadultos encontrados en la Isla Margarita de Bahía Magdalena. Existe también evidencia de que algunos machos sub-adultos de la región central del Golfo podrían moverse hacia la parte norte dentro del mismo Golfo (Auriolles, no publicado). Esto explicaría el número elevado de cráneos mal clasificados en la lobería de Isla Lobos, zona norte del golfo.

Se infiere entonces, que existen cráneos que no pertenecen a la lobería donde fueron recolectados, sino que pertenecen a animales de otra región y que simplemente murieron en la lobería donde se encontraron.

Se ha demostrado que estos individuos se pueden mover distancias muy grandes. Gallo-Reynoso y Ortega (1986) registraron el primer avistamiento de un macho de lobo marino de California en las costas de la Bahía de Acapulco, alrededor de 700 km fuera de su área normal de distribución. Gallo-Reynoso y Solórzano (1991) reportaron avistamientos de dos machos más, el primero en la frontera de México-Guatemala y el segundo en la costa cercana de Puerto Ángel en Oaxaca. De igual forma, Acevedo (1994) reportó el primer avistamiento de un macho de lobo marino de Galápagos en la Isla de Cocos en Costa Rica.

Brunner (2002), encontró evidencias morfológicas de un híbrido entre el lobo marino sudamericano (*Otaria byronia*) y el lobo marino de California (la cresta sagital que semejaba más el lobo marino de California y el parecido en la longitud condilobasal, la longitud del rostro y la estructura del paladar en el lobo marino sudamericano). La autora menciona que la gran capacidad de dispersión de los otáridos y la colonización rápida de zonas de reproducción incrementan la probabilidad de un comportamiento sexual inter-específico que resulta en hibridación.

Una evidencia más de la capacidad de movimiento de los otáridos la presentan (Aurióles, com pers.) quienes demostraron la presencia de dos hembras de lobo fino de Galápagos (*Arctocephalus galapagoensis*) en aguas mexicanas (con análisis genético), mostrando que algunos pinnípedos pueden cruzar la barrera térmica del Ecuador y esta especie auténtica es una muestra de ello. Ambos registros coincidieron en periodos de calentamiento (1997-1998), causados por El Niño.

Diversos autores han relacionado cambios en las poblaciones del lobo marino de California con fenómenos oceanográficos como El Niño, que obliga al desplazamiento de animales de una zona a otra. Francis y Heat (1991) demostraron que la abundancia y la mortalidad de crías así como la frecuencia de cópulas en la Isla de San Nicolás (California) disminuyeron drásticamente durante El Niño. Huber (1991) atribuyó a El Niño de 1982-1983 los cambios presentados en la distribución de machos adultos de lobo marino de California en la Península de Punta Reyes. Por otra parte Forney *et al.*, (2000) demuestran que la producción de crías de lobo marino de California en las costas de Estados Unidos, decreció 35% en 1983, 27% en 1992 y 64% en 1998, debido a que los niveles de productividad primaria decrecieron, resultando en una caída drástica en el reclutamiento de hembras reproductoras.

Para el caso del Golfo de California las poblaciones de lobo marino parecen no ser afectadas por el fenómeno de El Niño. Aurióles *et al.*, (1991) mostraron que la producción y la mortalidad de crías, el número de hembras con cría en verano y el número de machos subadultos en invierno en Los Islotes, al sur del Golfo de California, no cambiaron durante El Niño de 1983, a diferencia de lo acontecido en Isla Santa Margarita en las costa occidental de Baja California. Esta lobería, mostró una reducción del 50% en la producción de crías, reducción de hembras con cría en el verano y menor número de machos sub-adultos en el invierno.

Por su parte, Samaniego (1999) no encontró menciona cambios significativos en el total de individuos y estructura de la población en Los Islotes durante el Niño de 1997-1998.

Es posible que en el resto del Golfo de California no se presenten cambios drásticos por este episodio y las poblaciones ubicadas más al norte no se vean afectadas.

En el presente estudio, se encontraron cráneos dentro del Golfo de California que probablemente pertenezcan a la zona de Baja California-California (Tabla 7). En la mayoría de esos casos (80%), la fecha de colecta corresponde a años en se presentaron fenómenos El Niño. Es posible entonces, que organismos de las loberías ubicadas en la costa occidental de Baja California, que si son afectadas por este fenómeno, realicen movimientos hacia el Golfo de California, donde las condiciones parecen ser menos drásticas.

En el caso de cráneos de lobo marino provenientes del golfo y aquellos encontrados en la zona de Baja California-California, puede estar asociado a eventos de baja productividad no relacionados con El Niño. Auriolos (com. Pers.) mencionó que la correlación entre una serie de tiempo entre el número de crías nacidas en una colonia de la parte central del Golfo (Los Cantiles) y la captura de sardina en esa misma región. De acuerdo a ese trabajo, en la década de los ochenta el incremento del número de crías en Los Cantiles coincide con el repunte en la captura de sardina, de igual forma, al presentarse una caída en la captura de sardina a principios de la década de los noventa, se observó también una disminución considerable en el número de crías de esta lobería.

Distintos campos como la genética, ecología trófica, ecología de poblaciones y patología (Auriolos (1983), Auriolos y Zavala (1994), Maldonado *et al.*, (1995), García-Rodríguez (1999), Schramm *et al.*, (2001), Luque y Auriolos (2001)), sugieren que hay una consistente divergencia entre poblaciones de lobo marino del Golfo de California y la costa occidental de Baja California. Con base en las diferencias morfométricas descritas en este trabajo, se recomienda una revisión taxonómica de esta especie. Se propone aquí que las poblaciones de lobo marino de California deberán de ser tratadas con especial cuidado en el futuro, al menos como unidades poblacionales distintas. Esta consideración cobra particular

importancia en la conservación y manejo de las distintas poblaciones, ya que las unidades de población que se han descrito están sujetas a distintas presiones ambientales.

8. Conclusiones

- Con el uso del análisis de discriminantes fue posible encontrar diferencias estadísticas significativas en la estructura craneal de machos adultos de lobo marino de California, *Zalophus californianus*, de loberas del Golfo de California y de la costa occidental de Baja California.
- De las 50 medidas utilizadas pertenecientes al protocolo tradicional, 22 presentaron un nivel de discriminación aceptable para separar grupos específicos bien definidos entre regiones.
- Las estructuras craneales del lobo marino de California que diferencian los grupos formados dentro del modelo pertenecen principalmente al aparato masticador.
- Las diferencias entre grupos encontradas con el análisis de discriminantes fueron reafirmadas por el análisis de componentes principales que forman tres grupos que diferencian principalmente la zona norte del Golfo de California y la zona de Baja California-California, mostrando la existencia de una zona de transición entre los extremos y ubicada en la parte sur del Golfo.
- Existen diferencias morfométricas entre cráneos del lobo marino de California y de Galápagos, separándose este último claramente de las unidades del hemisferio norte. Las estructuras que difieren en los organismos de Galápagos fueron la longitud cóndilo-caninos, la longitud del paladar, la longitud de los forámenes incisivos, la longitud del foramen lacerado posterior y el ancho mínimo interorbital.

- Las estructuras que diferenciaron a estas dos subespecies fueron distintas, sugiriendo la existencia de fuerzas de selección operando de modo diferente.
- La explicación de clasificaciones de cráneos de una región encontrados en otra, puede ser simplemente efecto de la movilidad de los organismos.
- Las regiones que presentaron mayor número de inmigrantes, basado en cráneos clasificados como pertenecientes a otras, fueron la zona norte del Golfo de California y la de Baja California-California.
- Los cráneos de lobo marino recolectados en las Islas Galápagos no presentaron clasificaciones de cráneos foráneos.

9. LITERATURA CITADA

Acevedo A. 1994. First record of a sea lion, *Zalophus californianus*, at Isla del Coco, Costa Rica. *Marine Mammal Science*. 10(4): 484-485

Álvarez-Borrego S. & J. Lara-Lara. 1991. The Physical environment and primary productivity of the Gulf of California. *In*: Dauphin J.P. and B. Simoneit (eds.) *The Gulf and Peninsular Province of the Californias*. Amer. Assoc. of Petrol. Geol. Memoir 47: 555-567

Atwell, L., K. A. Hobson & H. E. Welch. 1998. Biomagnification and bioaccumulation of mercury in an arctic marine food web: Insights from stable nitrogen isotope analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 55: 1114-1121

Acevedo W. K., H. de la Cueva, F. Gulland, D. Aurióles, F. Arellano & F. Suárez. 2003. Evidence of *Leptospira Interrogans* Infection in California Sea Lion Pups from the Gulf of California. *Journal of Wildlife diseases*. 39(1): 145-151

Aurióles, D. & A. Zavala-González. 1994. Algunos factores ecológicos que determinan la distribución y abundancia del lobo marino *Zalophus californianus*, en el Golfo de California. *Ciencias Marinas* 20(4): 535-553

Aurióles, D., F. Sinsel., C. Fox & O. Maravilla. 1983. Winter migration of subadult male California sea lions (*Zalophus californianus*) in the southern part of Baja California. *Journal of Mammalogy*. 64(3) 513-518

Berta A. & T. Deméré. 1986. *Callorhinus gilmorei* n. sp., (Carnivora: Otariidae) from the San Diego formation (Blancan) and its implications for otariid phylogeny. *Transactions of The San Diego Natural History Society* 21(7): 111-126

Berta A. & J. L. Sumich. 1999. *Marine Mammals Evolutionary Biology*. Academia Press, San Diego, California. 494 p.

Brunner S. 1998b. Cranial morphometrics of the southern fur seals *Arctocephalus forsteri* and *A. pusillus* (Carnivora : Otariidae). *Australian Journal of Zoology*. 46:43-66

Brunner S. 2002. Geographic variation in skull morphology of adult Steller Sea Lions (*Eumetopias jubatus*). *Marine Mammal Science*. 18(1): 206-222

Brunner S. 2002. Cranial morphometrics of fur seals and sea lions (Family: Otariidae) systematics, geographic variation and growth. Tesis Doctoral. Universidad de Sydney, Australia. 254 pp.

Brunner S. 2002. A probable hybrid of sea lion-*Zalophus californianus* x *Otaria byronia*. *Journal of Mammalogy*. 83(1): 135-144.

Bray N.A. & J.M. Robles. 1991. In: *The Gulf and Peninsular Province of the Californias*. Eds. Daufon, J.P. y B. Simoneit: AAPG Memorie, 47; 511-553

Elorriaga-Verplancken F. 2002. Concentración de metales en pelo de crías de lobo marino de California (*Zalophus californianus*, Lesson 1828) en ocho colonias del Golfo de California. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 69 pp.

Francis J.M. & C.B. Heath. 1991. Population abundance, pup mortality, and copulation frequency in the California sea lion in relation to the 1983 El Niño on San Nicolas Island. *In: Pinnipeds and El Niño, Responses to environmental stress*. Edits. F. Trillmich & K. Ono. Springer-Verlag. 119-128

Forney K., J. Barlow., M. Muto., M. Lowry., J. Baker., G. Cameron., J. Mobley., Ch. Stinchcomb & J.V Caretta. 2002. California Sea Lion (*Zalophus californianus*): US. Stock. *In: U.S.Pacific Marine Mammal Stock Assessments*. Edits. U.S. Department of Commerce, NOAA, National Marine Fisheries Service, Southwest Fisheries Science Center. 1-6

Gallo J.P. & A. Ortega. 1986. The first report of *Zalophus californianus* in Acapulco, México. *Marine Mammal Science*. 4 (1): 158 pp.

Gallo J.P. & J.L. Solorzano. 1991. Two new sightings of California sea lions on the southern coast in Mexico. *Marine Mammal Science*. 7 (1): 96

García-Aguilar M. C & D. Aurióles. 2003. Breeding season of the California sea lion (*Zalophus californianus*) in the Gulf of California, Mexico. *Aquatic Mammals*. 29(1): 36-41

García-Rodríguez F. J. 1995. Ecología alimentaria del lobo marino de California, *Zalophus californianus californianus*, en Los Islotes, B.C.S., México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur. 106 pp.

García-Rodríguez F. J. 1999. Cambios espaciales en la estructura trófica y consumo de lobo marino de California, *Zalophus californianus*, en la región de las grandes islas, Golfo de California. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas,

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas –Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur. 73 pp.

Huber H. R. 1991. Changes in the distribution of California sea lions North of the breeding rookeries during the 1982-83 El Niño. *In*: Pinnipeds and El Niño, Responses to environmental stress. Edits. F. Trillmich & K. Ono. Springer-Verlag. 129-137 pp.

Kemper C. & P. Hale. 2001. Morphological variation of *Tursiops* spp. in South Australia. 14th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Vancouver, Canada. 117 pp.

Hall, R.E. 1981. The Mammals of North America. Vol. II. John Wiley and Sons, New York. 1181 pp.

Hersh, S. L., D. K. Odell & E. D. Asper. 1990. Sexual dimorphism in bottlenose dolphins from the East coast of Florida. *Marine Mammal Science*, 6(4): 305-315

Hohn, A. A. 1980. Age determination and age related factors in the teeth of coastal North Atlantic bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Cetacea, Odontoceti). M. S. Thesis University of Maryland, Baltimore 74 p.

King, J. E. 1983. Seals of the world. British Museum (Natural History.) London. 154 p.

Le Boeuf, B., D. Aurioles, R. Condict, C. Fox, R. Gisner, R. Romero & F. Sinsel. 1983. Size and distribution of the California sea lion population in Mexico. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 43(7): 77-85

Lowry, M & R. Folk. 1990. Sex determination of the California sea lion (*Zalophus californianus*) from canine teeth. *Marine Mammal Science*, 6(1): 25-31

Luque S. 1999. Comparación de la condición corporal de crías de lobo marino, *Zalophus californianus*, en once colonias reproductivas del Golfo de California. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur. 109 pp.

Maldonado, J. E., F. Orta-Davila, B. S. Stewart & E. Geffen. 1995. Intraespecific genetic differentiation in California sea lions (*Zalophus californianus*) from southern California and the Gulf of California. *Marine Mammal Science*, 1i(1): 46-58 pp.

Maldonado, J. A. 1997. Análisis de los parámetros morfológicos para la determinación de la edad y sexo en el lobo marino californiano (*Zalophus californianus californianus*). Tesis de Licenciatura.

Universidad Nacional Autónoma de México. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 82 pp.

Moliner L. M. 2002. Construcción de modelos de regresión multivariante. www.seh-lelha.org. España.

Odell, D. K. 1975. Breeding biology of the California sea lion, *Zalophus californianus*. Reún. Con. Int. Explor, Mer, 169: 374-378 pp.

Ojeda, R. M. 1997. Metodología Estadística para Análisis Exploratorio Multivariado. Universidad Veracruzana. 139 pp.

Orr, R. T., J. Schonewald & K. W. Kenyon. 1970. The California sea lion: skull growth and the comparison of two populations. Proceedings of the California Academy of Sciences. 38(11): 381-394

Ostrom, P. H., J. Lien., & S. A. Macko. 1993. Evaluation of the diet of Sowerby's beaked whale *Mesoplodon bidens*, based on isotopic comparisons among northwestern Atlantic cetaceans. Canadian Journal of Zoology. 71: 858-861

Outridge P. M., R. D. Evans, R. Wagemann, & R. E. Stewart. 1997. Historical trends of heavy metals and stable isotopes in beluga (*Delphinapterus leucas*) and walrus (*Odobenus rosmarus rosmarus*) in the Canada Arctic. The science of the total environment, 203; 209-219 pp.

Peterson, R.S. & G. A. Bartholomew. 1967. The natural history and behavior of the California sea lion. The American Society of Mammalogists 1:79 pp.

Perrin, W. F. 1975. Variation of spotted and spinner (genus *Stenella*) in the Eastern Pacific and Hawaii. Bulletin of the Scripps Institute of Oceanography, Vol 21, Univ. of California press, Berkeley. 273 pp

Repenning C. A. 1976. Adaptive evolution of the sea lions and walruses. Systematic Zoology. 25(4): 375-389

Reyment, R. A., R. E. Blackith & N. A. Campbell. 1984. Multivariate morphometrics. Academic Press., 233 p.

Riedman M. 1990. The Pinnipeds. Seals, Sea lions and Walruses. University of California Press.

Rizo, L E., & D. Aurióles G. 1993. Crecimiento del cráneo del tursión del Pacífico (*Tursiops truncatus*) en el Golfo de California. Revista de Investigación Científica 1: 53-58

Roden, G.I. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California, *in*: T.H. Van Andel and G.G. Shor. Eds., Marine Geology of the Gulf of California: AAPG Memoir 3, 30-58 pp.

Salazar, S.K. 1999. Dieta, tamaño poblacional e interacción con desechos costeros del lobo marino *Zalophus californianus wolleabaeki* en las Islas Galápagos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Pontificia Universidad Católica de I Ecuador. Quito. 102 pp.

Samaniego, A. 1999. El efecto de "El Niño" (1997-1998) sobre la población de lobo marino (*Zalophus californianus*, Lesson 1828) en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 54 pp.

Santamaría, E. & S. Alvarez. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. Journal of Geophysical Research. 99(4): 7411-7421

Schramm Y. 2001. Genetic Structure of California and Galapagos Sea Lions. Abstracts Proceedings, 14th Biennial Conference of the Marine Mammals. Vancouver, Canada.

Sutherland, W. J. 1996. From individual behaviour to populations ecology. Oxford Series in Ecology and Evolution. Oxford University Press. 213 pp.

Vázquez-Cuevas. 1993. El cráneo del lobo marino común *Zalophus californianus californianus* Lesson, 1828 (Carnivora. Tesis de : Otariidae) en el Golfo de California. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 180 pp.

Wang, J.Y., L.S. Chou & B.N. White. 2000. Osteological differences between two sympatric forms of bottlenose dolphins (genus *Tursiops*) in Chinese waters. Journal of Zoology, London. 252: 147-162

Zavala-González, A. 1990. La población de lobo marino común *Zalophus californianus californianus* (Lesson, 1828) en las Islas del Golfo de California, México. Tesis de licenciatura. Fac. Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 253 p.

ANEXO I

Tabla 1. Material examinado y medido de *Zalophus californianus*. (CICIMAR-Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, LACM-Los Ángeles Natural History Museum, SDNHM-San Diego Natural History Museum, MPB-Paleontology Museum, Berkeley, MZB-Zoology Vertebrate Museum, Berkeley, FCUNAM-Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, IBUNAM. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, UABC-Universidad Autónoma de Baja California, UABCS-Universidad Autónoma de Baja California Sur, CRIP-Centro Regional de Investigaciones Pesqueras, ECCD-Estación Científica Charles Darwin.

M (Macho), S (Macho Subadulto)

COLECCIÓN	CLAVE	SITIO	CATEGORÍA	REGIÓN
CICIMAR	Z-SJ-01-170682	Isla San Jorge	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-SJ-50-101183	Isla San Jorge	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-SJ-62-160284	Isla San Jorge	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-SJ-63-160284	Isla San Jorge	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-SJ-64-160284	Isla San Jorge	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-SJ-65-160284	Isla San Jorge	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-SJ-328-000697	Isla San Jorge	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-05-130681	Isla San Esteban	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-09-130681	Isla San Esteban	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-10-130681	Isla San Esteban	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-14-120681	Isla San Esteban	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-15-120681	Isla San Esteban	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-16-120681	Isla San Esteban	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-17-120681	Isla San Esteban	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-49-130681	Isla San Esteban	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-181-230684	Isla San Esteban	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-183-230684	Isla San Esteban	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-184-230684	Isla San Esteban	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-186-230684	Isla San Esteban	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-256-000196	Isla San Esteban	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-313-000696	Isla San Esteban	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-316-000696	Isla San Esteban	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-322-00697	Isla San Esteban	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-326-000697	Isla San Esteban	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-SE-366-000797	Isla San Esteban	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-G-48A-170681	Isla Granito	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-G-48-170681	Isla Granito	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-IG-190-240684	Isla Granito	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IG-191-240684	Isla Granito	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IG-193-240684	Isla Granito	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IG-195-240684	Isla Granito	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-IG-197-240684	Isla Granito	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IG-198-240684	Isla Granito	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-IG-199-240684	Isla Granito	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IG-201-240684	Isla Granito	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IG-332-000698	Isla Granito	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-IG-342-000698	Isla Granito	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IG-343-000798	Isla Granito	S	Golfo norte

COLECCIÓN	CLAVE	SITIO	CATEGORÍA	REGIÓN
CICIMAR	Z-IL-220-270684	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-221-270484	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-222-210684	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-223-270684	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-224-270684	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-237-050695	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-239-000695	Isla Lobos	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-240-000695	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-241-00696	Isla Lobos	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-242-000695	Isla Lobos	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-247-000995	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-262-000196	Isla Lobos	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-265-240196	Isla Lobos	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-266-270196	Isla Lobos	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-268-000696	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-269-000196	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-270-000196	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-277-000596	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-279-000597	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-280-000596	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-281-000596	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-282-000596	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-283-000596	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-284-000695	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-286-000596	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-287-00059	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-290-000596	Isla Lobos	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-291-000596	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-293-000596	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-294-000596	Isla Lobos	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-295-000696	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-297-000696	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-301-000696	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-302-000696	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-303-210696	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-305-000696	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-306-000696	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-308-000696	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-330-000697	Isla Lobos	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-IL-335-000797	Isla Lobos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-LC-203-250684	Los Cantiles	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-LC-205-250684	Los Cantiles	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-LC-206-250684	Los Cantiles	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-LC-226-250684	Los Cantiles	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-LC-250-000995	Los Cantiles	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-LC-258-000196	Los Cantiles	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-LC-259-000196	Los Cantiles	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-LC-260-000196	Los Cantiles	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-LC-272-000596	Los Cantiles	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-LC-333-000797	Los Cantiles	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-LM-213-260684	Los Machos	M	Golfo norte

COLECCIÓN	CLAVE	SITIO	CATEGORÍA	REGIÓN
CICIMAR	Z-LM-249-000995	Los Machos	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-ER-338-140498	El Rasito	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-SPM-175-20684	Isla San Pedro Mártir	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-AG-296-000596	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
CICIMAR	Z-AG-320-000697	Isla Ángel de la Guarda	S	Golfo norte
CICIMAR	Z-SPN-18-190681	Isla San Pedro Nolasco	S	Golfo sur
CICIMAR	Z-SPN-19-190681	Isla San Pedro Nolasco	M	Golfo sur
CICIMAR	Z-SPN-21-190681	Isla San Pedro Nolasco	M	Golfo sur
CICIMAR	Z-T-26-160382	Farallón deTopolobampo	M	Golfo sur
CICIMAR	Z-T-30-0206	Farallón deTopolobampo	M	Golfo sur
CICIMAR	Z-T-31-020583	Farallón deTopolobampo	S	Golfo sur
CICIMAR	Z-T-32-020583	Farallón deTopolobampo	S	Golfo sur
CICIMAR	Z-T-35-020583	Farallón deTopolobampo	S	Golfo sur
CICIMAR	Z-T-36-000979	Farallón deTopolobampo	M	Golfo sur
CICIMAR	Z-T-53-010683	Farallón deTopolobampo	M	Golfo sur
CICIMAR	Z-T-55-010683	Farallón deTopolobampo	M	Golfo sur
CICIMAR	Z-I-38-000279	Islotes	M	Golfo sur
CICIMAR	Z-I-39-000000	Islotes	M	Golfo sur
CICIMAR	Z-I-41-050183	Islotes	M	Golfo sur
CICIMAR	Z-I-42-050183	Islotes	M	Golfo sur
CICIMAR	Z-I-43-120583	Islotes	S	Golfo sur
CICIMAR	Z-I-44-120583	Islotes	M	Golfo sur
CICIMAR	Z-I-45-180683	Islotes	S	Golfo sur
CICIMAR	Z-I-46-180683	Islotes	M	Golfo sur
CICIMAR	Z-I-051-10-11-83	Islotes	M	Golfo sur
CICIMAR	Z-I-172-101184	Islotes	M	Golfo sur
CICIMAR	Z-M-235-000091	Islotes	M	Golfo sur
CICIMAR	Z-M-368-280300	Islotes	S	Golfo sur
CICIMAR	Z-SC-369-250400	Islotes	S	Golfo sur
CICIMAR	Z-ISM-95-130382	Isla Santa Margarita	S	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-96-130382	Isla Santa Margarita	S	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-99-130382	Isla Santa Margarita	M	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-104-130382	Isla Santa Margarita	S	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-109-130382	Isla Santa Margarita	S	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-120-220582	Isla Santa Margarita	S	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-121-220582	Isla Santa Margarita	S	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-126-221282	Isla Santa Margarita	S	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-127-120283	Isla Santa Margarita	S	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-129-130283	Isla Santa Margarita	S	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-131-120283	Isla Santa Margarita	M	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-133-120282	Isla Santa Margarita	S	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-135-170483	Isla Santa Margarita	M	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-138-300383	Isla Santa Margarita	S	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-139-300383	Isla Santa Margarita	M	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-157-040684	Isla Santa Margarita	S	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-225-000000	Isla Santa Margarita	M	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-228-280585	Isla Santa Margarita	M	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-230-050385	Isla Santa Margarita	S	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-233-060385	Isla Santa Margarita	S	BC-California
CICIMAR	Z-ISM-234-050385	Isla Santa Margarita	S	BC-California
CICIMAR	Z-CH-69-000884	Cabo Haro	S	BC-California

COLECCIÓN	CLAVE	SITIO	CATEGORÍA	REGIÓN
CICIMAR	Z-CH-70-000884	Cabo Haro	S	BC-California
CICIMAR	Z-PSD-82-200182	Punta Santo Domingo	S	BC-California
CICIMAR	Z-PSD-83-200182	Punta Santo Domingo	S	BC-California
CICIMAR	Z-PSD-84-200182	Punta Santo Domingo	M	BC-California
CICIMAR	Z-PSD-87-200182	Punta Santo Domingo	M	BC-California
CICIMAR	Z-PSD-88-200182	Punta Santo Domingo	M	BC-California
CICIMAR	Z-PSD-90-200182	Punta Santo Domingo	M	BC-California
CICIMAR	Z-PSD-91-200182	Punta Santo Domingo	S	BC-California
CICIMAR	Z-PSD-93-200182	Punta Santo Domingo	M	BC-California
CICIMAR	Z-IA-94-150282	Isla Ana	M	BC-California
CICIMAR	Z-C-352-050300	Isla Cedros	S	BC-California
CICIMAR	Z-C-353-050300	Isla Cedros	M	BC-California
CICIMAR	Z-C-355-050300	Isla Cedros	M	BC-California
CICIMAR	Z-C-358-050300	Isla Cedros	S	BC-California
CICIMAR	Z-C-359-050300	Isla Cedros	S	BC-California
CICIMAR	Z-C-360-050300	Isla Cedros	M	BC-California
CICIMAR	Z-C-72-280781	Isla Cedros	M	BC-California
CICIMAR	Z-C-80-280781	Isla Cedros	M	BC-California
CICIMAR	Z-BM-361-080300	Isla Benitos de En medio	M	BC-California
CICIMAR	Z-BM-362-080300	Isla Benitos de En medio	S	BC-California
CICIMAR	Z-BM-363-000803	Isla Benitos de En medio	S	BC-California
CICIMAR	Z-BM-364-080300	Isla Benitos de En medio	M	BC-California
LACM	LACM8585	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
LACM	LACM-8586	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
LACM	LACM-8587	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
LACM	LACM-8588	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
LACM	LACM-43456	Isla San Pedro Nolasco	M	Golfo sur
LACM	LACM-43482	Isla San Pedro Nolasco	M	Golfo sur
LACM	LACM-43454	Isla San Pedro Nolasco	M	Golfo sur
LACM	LACM-72164	California	M	BC-California
LACM	LACM-31375	California	M	BC-California
LACM	LACM-86036	California	M	BC-California
LACM	LACM-39653	California	M	BC-California
LACM	LACM-31360	California	M	BC-California
LACM	LACM-9337	California	M	BC-California
LACM	LACM-343	California	M	BC-California
LACM	LACM-51165	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-51164	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-51163	Bahía de Los Ángeles	M	BC-California
LACM	LACM-39662	Bahía de Los Ángeles	M	BC-California
LACM	LACM-39664	Bahía de Los Ángeles	M	BC-California
LACM	LACM-39663	Bahía de Los Ángeles	M	BC-California
LACM	LACM-39666	California	M	BC-California
LACM	LACM-39665	California	M	BC-California
LACM	LACM-51165	California	M	BC-California
LACM	LACM-39658	California	M	BC-California
LACM	LACM51182	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM51192	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM51190	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-51191	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-51178	Santa Bárbara	M	BC-California

COLECCIÓN	CLAVE	SITIO	CATEGORÍA	REGIÓN
LACM	LACM-51175	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-51175	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-51170	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-51209	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-51200	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-51201	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-51204	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-51208	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-51202	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-52412	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-52384	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-51396	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-51237	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-86060	California	M	BC-California
LACM	LACM-91333	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-91330	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-85974	San Francisco	M	BC-California
LACM	LACM-95718	San Francisco	M	BC-California
LACM	LACM-91329	San Francisco	M	BC-California
LACM	LACM-91856	San Francisco	M	BC-California
LACM	LACM-86036	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-95719	San Francisco	M	BC-California
LACM	LACM-95732	San Francisco	M	BC-California
LACM	LACM-54462	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-54624	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-54590	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-54104	Santa Bárbara	M	BC-California
LACM	LACM-52418	Isla San Clemente	M	BC-California
LACM	LACM-54421	Isla San Clemente	M	BC-California
LACM	LACM-84020	Isla San Clemente	M	BC-California
LACM	LACM-85974	Isla San Clemente	M	BC-California
LACM	LACM-95711	Isla San Clemente	M	BC-California
LACM	LACM-95665	Isla San Clemente	M	BC-California
LACM	LACM-95703	Islas San Nicolás	M	BC-California
LACM	LACM-95666	Islas San Nicolás	M	BC-California
LACM	LACM-95694	Islas San Nicolás	M	BC-California
LACM	LACM-95742	Isla San Clemente	M	BC-California
LACM	LACM-95743	Isla San Clemente	M	BC-California
LACM	LACM-95826	Isla San Clemente	M	BC-California
SDNHM	SDNHM-2594	Bahía Tortuga	M	Golfo norte
SDNHM	SDNHM-19153	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
SDNHM	SDNHM-19152	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
SDNHM	SDNHM-18663	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
SDNHM	SDNHM-23023	Isla San Pedro Mártir	M	Golfo norte
SDNHM	SDNHM-20686	Isla San Pedro Mártir	M	Golfo sur
SDNHM	SDNHM-2588	Isla Santa Catalia	M	Golfo norte
SDNHM	SDNHM-19158	Isla Espíritu Santo	M	Golfo sur
SDNHM	SDNHM-19205	Isla Granito	M	Golfo norte
SDNHM	SDNHM-19204	Isla Granito	M	Golfo norte
SDNHM	SDNHM-21242	La Jolla	M	BC-California
SDNHM	SDNHM-11404	La Jolla	M	BC-California

COLECCIÓN	CLAVE	SITIO	CATEGORÍA	REGIÓN
SDNHM	SDNHM-21246	La Jolla	M	BC-California
SDNHM	SDNHM-20685	Isla Pond	M	BC-California
SDNHM	SDNHM-21245	Isla San Miguel	M	BC-California
SDNHM	SDNHM-21244	Isla San Miguel	M	BC-California
SDNHM	SDNHM-19396	Isla Benitos de En medio	M	BC-California
SDNHM	SDNHM-21248	Isla Benitos de en medio	M	BC-California
SDNHM	SDNHM-19157	Isla San Diego	M	BC-California
SDNHM	SDNHM-10586	Islas Galápagos	M	Galápagos
MPB	MZB-82468	Santa Bárbara	M	BC-California
MPB	MZB-58851	Santa Bárbara	M	BC-California
MPB	MZB-22888	Sonoma Co.	M	BC-California
MPB	MZB-138263	Sonoma Co.	M	BC-California
MPB	MZB-131104	Sonoma Co.	M	BC-California
MPB	MZB-58856	Santa Bárbara	M	BC-California
MPB	MZB-137399	Santa Bárbara	M	BC-California
MPB	MZB-126121	Santa Bárbara	M	BC-California
MPB	MZB-1222716	San Francisco	M	BC-California
MPB	MZB-200	San Francisco	M	BC-California
MZB	MZB-122715	San Francisco	M	BC-California
MZB	MZB-138262	Marin Co.	M	BC-California
MZB	MZB-2001	Marin Co.	M	BC-California
MZB	MZB-172077	Marin Co.	M	BC-California
MZB	MZB-184138	Islas San Nicolás	M	BC-California
MZB	MZB-106871	Bahía Monterey	M	BC-California
MZB	MZB-184139	Sausalito	M	BC-California
MZB	MZB-186330	San Mateo	M	BC-California
MZB	MZB-172083	San Francisco	M	BC-California
MZB	MZB-172084	San Francisco	M	BC-California
MZB	MZB-139212	Bahía Monterey	M	BC-California
MZB	MZB-44196	Bahía Monterey	M	BC-California
MZB	MZB-74321	Sonoma Co.	M	BC-California
MZB	MZB-21302	Santa Bárbara	M	BC-California
MZB	MZB-172665	Santa Bárbara	M	BC-California
MZB	MZB-139211	San Mateo	M	BC-California
MZB	MZB-172087	Sonoma Co.	M	BC-California
MZB	MZB-172084	San Francisco	M	BC-California
MZB	MZB-172068	Marin Co.	M	BC-California
MZB	MZB-172066	Marin Co.	M	BC-California
MZB	MZB-125502	Galápagos	M	Galápagos
MZB	MZB-125498	Galápagos	M	Galápagos
MZB	MZB-125500	Galápagos	M	Galápagos
MZB	MZB-10080	Galápagos	M	Galápagos
MZB	MZB-125490	Galápagos	M	Galápagos
MZB	MZB-125488	Galápagos	M	Galápagos
MZB	MZB-125489	Galápagos	M	Galápagos
MZB	MZB-125482	Galápagos	M	Galápagos
MZB	MZB-125481	Galápagos	M	Galápagos
MZB	MZB-125483	Galápagos	M	Galápagos
FCUNAM	FCUNAM-610	Isla San Esteban	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-522	Isla Granito	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-523	Isla Granito	M	Golfo norte

COLECCIÓN	CLAVE	SITIO	CATEGORÍA	REGIÓN
FCUNAM	FCUNAM-524	Isla Granito	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-638	Isla Granito	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-642	Isla Granito	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-640	Isla Granito	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-617	Isla Granito	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-619	Isla Granito	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-586	Isla San Martín	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-507	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-513	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-577	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-583	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-585	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-593	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-623	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-574	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-509	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-602	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-584	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-597	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-558	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-559	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-601	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
FCUNAM	FCUNAM-592	Isla Ángel de la Guarda	M	Golfo norte
IBUNAM	IBUNAM-3870	Isla San Esteban	M	Golfo norte
IBUNAM	IBUNAM-24611	Isla San Esteban	M	Golfo norte
IBUNAM	IBUNAM-3866	Isla Granito	M	Golfo norte
IBUNAM	IBUNAM-3867	Isla Espíritu Santo	M	Golfo sur
IBUNAM	IBUNAM-9156	Farallón de Topolobampo	M	Golfo sur
IBUNAM	IBUNAM-15314	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-15317	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-14809	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-14811	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-14808	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-16014	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-16015	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-16020	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-14792	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-14794	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-15313	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-15315	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-15316	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-15318	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-15319	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-15320	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-14803	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-14804	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-14806	Magdalena	M	BC-California
IBUNAM	IBUNAM-14807	Magdalena	M	BC-California
UABC	UABC-C-01	Cedros	M	BC-California
UABC	UABC-C-02	Cedros	M	BC-California
UABC	UABC-C-03	Cedros	M	BC-California

COLECCIÓN	CLAVE	SITIO	CATEGORÍA	REGIÓN
UABC	UABC-C-04	Cedros	M	BC-California
UABCS	UNI-1 (0109)	Islotes	M	Golfo sur
UABCS	UNI-2	Islotes	M	Golfo sur
UABCS	UNI-3	Islotes	M	Golfo sur
UABCS	UNI-4	Islotes	M	Golfo sur
UABCS	UNI-5	Islotes	M	Golfo sur
CRIP	CRIP-1	Magdalena	M	BC-California
CRIP	CRIP-2	Magdalena	M	BC-California
CRIP	CRIP-3	Magdalena	M	BC-California
CRIP	CRIP-4	Magdalena	M	BC-California
CRIP	CRIP-5	Magdalena	M	BC-California
CRIP	CRIP-6	Magdalena	M	BC-California
CRIP	CRIP-7	Magdalena	M	BC-California
CRIP	CRIP-8	Magdalena	M	BC-California
ECCD	MOSQ-2002	Mosquera	M	Galápagos
ECCD	FLORE-2002	Floreana	M	Galápagos
ECCD	SNFE-2002	Santa Fé	M	Galápagos
ECCD	SNFE-2002	Santa Fé	M	Galápagos
ECCD	ESPA-2002	Española	M	Galápagos
ECCD	MOSQ-02	Mosquera	M	Galápagos
ECCD	SNFE-01	Santa Fé	M	Galápagos
ECCD	SANTA-01	Santa	M	Galápagos
ECCD	PLAZAS-00	Plaza Sur	M	Galápagos
ECCD	PUNPITT-00	Punta Pitt	M	Galápagos
ECCD	PUNTSUA-00	Punta Suárez	M	Galápagos
ECCD	PUNTCEB-00	Punta Ceballos	M	Galápagos
ECCD	SNFE-00	Santa Fé	M	Galápagos
ECCD	PUNPITT-00	Punta Pitt	M	Galápagos
ECCD	PLAZAS-00	Plaza Sur	M	Galápagos
ECCD	PUNTPITT-00	Punta Pitt	M	Galápagos
ECCD	PUNTPITT-00	Punta Pitt	M	Galápagos
ECCD	CAMAÑ-02	Caamaño	M	Galápagos
ECCD	PUNCEB-00	Punta Ceballos	M	Galápagos
ECCD	FLOREA-01	Floreana	M	Galápagos
ECCD	P.BRAVO-00	Punta Bravo	M	Galápagos
ECCD	ISABELA-01	Isabela	M	Galápagos
ECCD	SNFE-02	Santa Fé	M	Galápagos
ECCD	CAAMAÑ-00	Caamaño	M	Galápagos
ECCD	ISABELA-01	Isabela	M	Galápagos
ECCD	MARCH-02	Marchena	M	Galápagos
ECCD	PUNTPITT-01	Punta Pitt	M	Galápagos
ECCD	FLOREA-01	Floreana	M	Galápagos
ECCD	PUNTSUA-00	Punta Suárez	M	Galápagos
ECCD	FERNAN-00	Fernandina	M	Galápagos
ECCD	SNFE-00	Santa Fé	M	Galápagos
ECCD	SNFE-00	Santa Fé	M	Galápagos
ECCD	PUNTCEB-00	Punta Ceballos	M	Galápagos
ECCD	PLAZAS-00	Plaza Sur	M	Galápagos
ECCD	FLOREA-00	Floreana	M	Galápagos
ECCD	ISABELA-01	Isabela	M	Galápagos
ECCD	PLAZAS-00	Plaza Sur	M	Galápagos

COLECCIÓN	CLAVE	SITIO	CATEGORÍA	REGIÓN
ECCD	PLAZAS-00	Plaza Sur	M	Galápagos
ECCD	MOSQUE-00	Mosquera	M	Galápagos
ECCD	CAMAAÑ-02	Caamaño	M	Galápagos
ECCD	PUNTBAQUE-01	Punta Baqueiro	M	Galápagos
ECCD	ISABELA-01	Isabela	M	Galápagos

ANEXO II

Tabla 2a. Valores de los centroides para cada región de cráneos de lobo marino de California (a= alto Golfo de California, b= bajo Golfo de California y c= Baja California-California).

Grupos	Raíz canónica 1	Raíz canónica 2
a	-0.57659	-0.319377
b	-1.09386	0.821759
c	0.55422	0.063984

Tabla 2b. Valores de los centroides para cada región de cráneos de lobo marino de California y lobo marino de Galápagos (a= alto Golfo de California, b= bajo Golfo de California, c= Baja California-California y g= Galápagos).

Grupos	Raíz canónica 1	Raíz canónica 2	Raíz canónica 3
a	-0.585051	-0.66529	0.46348
b	-0.530096	-1.45625	-1.17730
c	-0.755417	0.50509	-0.09506
g	8.037128	0.07969	-0.00701

ANEXO III

Tabla 3. Coeficientes canónicos de cada variable por región

Variables	a p=.31395	b p= .07364	c p=.61240
LCC	11.266	11.201	11.357
LR	3.192	3.668	2.224
LRDS	1.711	0.787	2.699
LSPS	4.763	5.869	5.637
LP	9.936	9.611	9.535
LPP	0.343	0.401	0.228
ARSP	-4.327	-3.402	-5.337
LFI	8.878	9.129	8.372
LBT	-2.144	-2.759	-2.831
LAC	-0.249	1.606	-0.935
LFPL	1.718	1.529	2.285
AFLP	6.297	8.852	7.028
ARC	-0.224	-1.065	0.362
AMI	18.216	19.305	19.007
APS	-1.313	-1.426	-1.314
AMC	3.995	4.144	4.239
LMN	-1.080	-1.350	-1.460
LLI	-2.683	-2.864	-2.656
LPD	-0.400	-0.088	-0.512
ARF	-0.026	0.362	0.383
LD	0.474	0.416	0.488
Constante	-221.283	-231.728	-225.769

ANEXO IV

Tabla 4a. Coeficientes canónicos para el lobo marino de California

Variable	Factor I	Factor II	Factor III
LCC	0.13413	-0.004882	-0.128644
LR	-0.46420	-0.670432	-0.164904
LRDS	0.63655	0.693080	-0.212714
LSPS	0.05950	0.499787	0.945530
LP	0.13141	-0.567736	-0.207086
LPP	-0.07270	-0.078394	-0.019664
ARSP	-0.15186	-0.804977	0.550486
LFI	-0.25789	-0.080348	-0.700096
LBT	-0.12241	-0.332158	-0.685361
LAC	-0.40294	-0.681896	0.852696
LFPL	-0.17945	0.678151	-0.160268
AFLP	-0.09362	0.334411	1.265261
ARC	0.20500	0.326098	-0.294775
AMI	-0.03211	0.404983	0.525319
APS	-0.08690	0.047788	-0.152283
AMC	-0.22974	0.312705	-0.089329
LMN	0.01220	-0.296477	-0.117426
LLI	0.15565	-0.086249	0.178940
LPD	-0.03537	-0.060308	0.184644
ARF	0.02466	0.256245	0.270924
LD	0.00993	0.014899	-0.042397
Const.	-1.13634	-0.092960	-0.229153
Eigenvalor	0.64507	0.259318	0.076672
Prop. Acum.	0.65752	0.921848	1.000000

Tabla 4b. Coeficientes canónicos para el lobo marino de Galápagos

Variable	Factor I	Factor II	Factor III
LCC	0.13413	-0.004882	-0.128644
LR	-0.46420	-0.670432	-0.164904
LRDS	0.63655	0.693080	-0.212714
LSPS	0.05950	0.499787	0.945530
LP	0.13141	-0.567736	-0.207086
LPP	-0.07270	-0.078394	-0.019664
ARSP	-0.15186	-0.804977	0.550486
LFI	-0.25789	-0.080348	-0.700096
LBT	-0.12241	-0.332158	-0.685361
LAC	-0.40294	-0.681896	0.852696
LFPL	-0.17945	0.678151	-0.160268
AFLP	-0.09362	0.334411	1.265261
ARC	0.20500	0.326098	-0.294775
AMI	-0.03211	0.404983	0.525319
APS	-0.08690	0.047788	-0.152283
AMC	-0.22974	0.312705	-0.089329
LMN	0.01220	-0.296477	-0.117426
LLI	0.15565	-0.086249	0.178940
LPD	-0.03537	-0.060308	0.184644
ARF	0.02466	0.256245	0.270924
LD	0.00993	0.014899	-0.042397
Const.	-1.13634	-0.092960	-0.229153
Eigenvalor	0.64507	0.259318	0.076672
Prop. Acum.	0.65752	0.921848	1.000000

ANEXO V

Tabla 5. Eigenvalores obtenidos para lobo marino de California.

	Eigenvalor	% varianza total	Eigenvalor acumulado	% acumulado
1	16.18174	77.05592	16.18174	77.0559
2	0.87809	4.18138	17.05983	81.2373
3	0.76855	3.65978	17.82839	84.8971
4	0.66958	3.18849	18.49797	88.0856
5	0.39089	1.86136	18.88885	89.9469
6	0.36074	1.71782	19.24960	91.6647
7	0.31304	1.49067	19.56264	93.1554
8	0.25224	1.20112	19.81487	94.3565
9	0.21297	1.01417	20.02785	95.3707
10	0.20816	0.99123	20.23601	96.3619
11	0.16615	0.79118	20.40215	97.1531
12	0.13811	0.65767	20.54027	97.8108
13	0.11620	0.55335	20.65647	98.3641
14	0.09105	0.43356	20.74752	98.7977
15	0.07370	0.35093	20.82121	99.1486
16	0.04998	0.23799	20.87119	99.3866
17	0.03788	0.18038	20.90907	99.5670
18	0.03125	0.14879	20.94032	99.7158
19	0.02896	0.13790	20.96927	99.8537
20	0.01760	0.08383	20.98688	99.9375
21	0.01312	0.06249	21.00000	100.0000

ANEXO VI

Tabla 6. Eigenvalores obtenidos para lobo marino de Galápagos.

	Eigenvalor	% varianza total	Eigenvalor acumulado	% acumulado
1	16.09298	76.63325	16.09298	76.6333
2	0.90367	4.30319	16.99665	80.9364
3	0.76345	3.63549	17.76010	84.5719
4	0.67931	3.23479	18.43941	87.8067
5	0.46438	2.21135	18.90379	90.0181
6	0.40520	1.92951	19.30899	91.9476
7	0.31889	1.51851	19.62788	93.4661
8	0.26089	1.24233	19.88876	94.7084
9	0.20542	0.97821	20.09419	95.6866
10	0.18862	0.89817	20.28280	96.5848
11	0.15028	0.71561	20.43308	97.3004
12	0.12639	0.60185	20.55947	97.9022
13	0.12125	0.57737	20.68072	98.4796
14	0.08277	0.39416	20.76349	98.8738
15	0.06411	0.30529	20.82760	99.1790
16	0.04716	0.22457	20.87476	99.4036
17	0.03737	0.17796	20.91213	99.5816
18	0.02931	0.13958	20.94144	99.7212
19	0.02689	0.12806	20.96834	99.8492
20	0.01637	0.07793	20.98470	99.9272
21	0.01530	0.07285	21.00000	100.0000