



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



NIVEL, AMPLITUD Y SUPERPOSICIÓN TRÓFICA DE LAS COLONIAS DE LOBO
MARINO *Zalophus californianus* DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD
EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

PRESENTA

BÓ L. MAR. HEIDI JENNIFER PORRAS PETERS



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 10:00 horas del día 29 del mes de Octubre del 2004 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:

"NIVEL, AMPLITUD Y SUPERPOSICIÓN TRÓFICA DE LAS COLONIAS DE LOBO MARINO
Zalophus californianus DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO"

Presentada por el alumno:

PORRAS
Apellido paterno

PETERS
materno

HEIDI JENNIFER
nombre(s)

Con registro:

A	0	2	0	0	9	6
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRA 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. SERGIO AGUINIGA GARCIA

SECRETARIO

MC. SERGIO FRANCISCO MARTÍNEZ DÍAZ

SEGUNDO VOCAL

DR. JOSÉ DE LA CRUZ AGÜERO

TERCER VOCAL

MC. FRANCISCO JAVIER GARCÍA RODRÍGUEZ

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE



L. 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 29 del mes Octubre del año 2004, el (la) que suscribe HEIDI JENNIFER PORRAS PETERS alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro A020096 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: "NIVEL, AMPLITUD Y SUPERPOSICIÓN TRÓFICA DE LAS COLONIAS DE LOBO MARINO *Zalophus californianus* DEL GOLFO DE CALIFORNIA, 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: jenniferpp@lycos.com

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


HEIDI JENNIFER PORRAS PETERS

nombre y firma

A mi familia...
A mis padres, Angie, Chris y Kim
Por todo

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) por la oportunidad otorgada para realizar mis estudios de postgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y al Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI) por el apoyo económico otorgado.

Al Dr. David Auriol Gamboa, director de la tesis, por darme la oportunidad de trabajar con pinnípedos, por la confianza, el apoyo y conocimiento brindado durante la realización de este trabajo.

A los miembros del comité revisor.

Al Dr. José de la Cruz Agüero por su ayuda, disposición y dedicación durante la elaboración de la tesis.

Al Dr. Sergio Aguirre García por introducirme al mundo de los isótopos estables.

Al M.en C. Francisco García Rodríguez por su valiosa ayuda en la interminable identificación de otolitos.

Al M.en C. Sergio Martínez por sus observaciones y por ayudarme a entender más la estadística.

A todos los que ayudaron en el trabajo de campo y de laboratorio. A todos los que formaron parte del crucero "El Amigo-2002" y que colaboraron en la obtención de muestras para que este trabajo pudiera realizarse. Al Dr. Unai Markaida por haberme ayudado a identificar los picos de cefalópodos. A Francisco Camacho por su ayuda con los otolitos e índices. A todos los integrantes del Laboratorio de Química y en especial a Juan Fuentes por toda su ayuda en el procesamiento de las muestras.

A todos mis compañeros del Laboratorio de Ecología de Mamíferos Marinos y a mis amigos de la maestría por su apoyo y amistad durante los últimos años.

A todos los de la generación UABCS porque a pesar de los años y las circunstancias siguen ahí. Gracias por su amistad, apoyo y por el fútbol.

A mis amigos de Puebla de toda la vida porque a pesar de la distancia, aun no se han olvidado de mí.

A toda mi familia, especialmente a mis padres, hermanos y abuelos. Gracias por estar siempre pendientes de mí y por haberme dado esta oportunidad.

A todas esas personas que de una u otra manera formaron parte de esta etapa de mi vida que ahora termina. GRACIAS.

CONTENIDO

Listado de figuras y tablas	i
Figuras.....	i
Tablas.....	ii
Glosario	iv
Resumen	vi
Abstract	vi
I.- Introducción	1
II.- Antecedentes	4
III.- Justificación	5
IV.- Objetivos	6
Objetivo General	6
Objetivos Particulares	6
V.- Área de estudio	7
VI.- Metodología	9
Estructura y tamaño de las colonias	9
Análisis de muestras fecales	9
Colecta de muestras	9
Identificación	10
Análisis de datos.....	10
Análisis de isótopos estables	13
Colecta de muestras	13
Procesamiento de muestras	13
Análisis de muestras	14
Análisis de datos	15
VII.- Resultados	16
Estructura y tamaño de las colonias	16
Análisis de muestras fecales	17
Análisis de isótopos estables	26
VIII.- Discusión	35
Estructura y tamaño de las colonias	35
Fraccionación isotópica	36
Amplitud trófica	37
Superposición trófica.....	39
Nivel trófico	42
Variación isotópica.....	44
Estabilidad trófica.....	46
IX.- Conclusiones	47
X.- Recomendaciones	48
XI- Literatura citada	49
Anexos	vii

LISTADO DE FIGURAS Y TABLAS

Figuras

Figura 1. Distancia entre algunas colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California con relación a la capacidad de forrajeo promedio (30 km).....	2
Figura 2. Distancia recorrida por seis hembras adultas de lobo marino durante la alimentación en 2003 en la colonia Los Islotes, B.C.S. (Kuhn <i>et al.</i> , 2004).....	2
Figura 3. Ubicación geográfica de las colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California (ordenadas latitudinalmente de sur a norte): 1.Los Islotes; 2.Farallón de San Ignacio; 3.San Pedro Nolasco; 4.San Pedro Mártir; 5.San Esteban; 6.El Rasito; 7.El Partido; 8.Los Machos; 9.Los Cantiles; 10.Isla Granito; 11.Isla Lobos; 12.Isla San Jorge; 13.Rocas Consag.....	8
Figura 4. Estructura por edad y sexo del lobo marino en distintas colonias reproductoras del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.....	16
Figura 5. Porcentaje de abundancia de cada una de las categorías de edad y sexo de lobo marino en ocho colonias reproductoras del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002..	17
Figura 6. Importancia de peces, moluscos y crustáceos con base en el porcentaje de aparición (de acuerdo a los restos) en los copros colectados en 11 colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.....	18
Figura 7. Importancia de peces, moluscos y crustáceos con base en el porcentaje de aparición de restos en los copros colectados en cada una de las colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California visitadas durante la temporada reproductiva del 2002.....	18
Figura 8. Importancia de peces y cefalópodos con base en el número de estructuras recuperadas en los copros colectados en 11 colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.....	19
Figura 9. Importancia de peces y cefalópodos con base en el número de estructuras recuperadas en los copros colectados en cada una de las colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002. El espacio en blanco indica que no hay datos.....	19
Figura 10. Curvas de diversidad de distintas colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.....	20
Figura 11. Importancia (en porcentaje) de las principales presas de las colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002 (P = pelágico; MP = mesopelágico; BP = bentopelágico; D = demersal; BD = batidemersal; A = arrecifal; B = bentónico; NI= no identificado).....	23

Figura 12. Clasificación de las colonias reproductoras de lobo marino en el Golfo de California de acuerdo a la similitud de sus presas. Las líneas punteadas representan el nivel de corte para la formación de grupos.....	24
Figura 13. Longitud estándar (promedio \pm desviación estándar) de crías de lobo marino capturadas durante la temporada reproductiva del 2000 (arriba) y del 2002 (abajo) en diferentes colonias reproductoras del Golfo de California. Los espacios en blanco indican que no hay datos.....	27
Figura 14. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ (promedio \pm desviación estándar en ‰) medidos en pelo de lobos marinos de diferentes categorías de edad pertenecientes a la colonia de Los Islotes, B.C.S.....	28
Figura 15. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ (promedio \pm desviación estándar en ‰) medidos en pelo de hembras y de crías de lobo marino durante los primeros meses de lactancia en la colonia de Los Islotes, B.C.S.....	28
Figura 16. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ (promedio \pm desviación estándar en ‰) medidos en pelo de crías de lobo marino en siete colonias reproductoras del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2000.....	29
Figura 17. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ (promedio \pm desviación estándar en ‰) medidos en pelo de crías de lobo marino en 11 colonias reproductoras del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.....	31
Figura 18. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ (promedio \pm desviación estándar en ‰) medidos en pelo de crías de lobo marino en seis colonias reproductoras del Golfo de California durante las temporadas reproductivas del 2000 (círculo rojo) y del 2002 (cuadro negro).....	32
Figura 19. Relación entre el $\delta^{15}\text{N}$ medido en pelo de crías lobo marino y el nivel trófico calculado a partir de las presas en 10 (arriba) y en ocho (abajo) colonias reproductoras del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002. Las líneas punteadas indican el 95% de intervalo de confianza.....	34
Figura 20. Importancia de cefalópodos con base en el número total de estructuras recuperadas (picos y estatolitos) en los copros colectados en cada una de las colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.....	39
Figura 21. Ubicación de las trampas de sedimento (mapa tomado de Altabet et al., 1999).....	45
 <u>Tablas</u>	
Tabla I. Número de copros de lobo marino colectados y número de copros con estructuras identificables en 11 colonias reproductoras del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.....	17

Tabla II. Riqueza específica (S) y diversidad total (H') para distintas colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.....	21
Tabla III. Amplitud trófica de distintas colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.....	21
Tabla IV. Grado de superposición trófica entre colonias de lobo marino (arriba) y la distancia (expresada en km) entre las mismas (abajo). El color gris claro indica que no existe una superposición trófica entre colonias y el gris oscuro indica una superposición baja.....	25
Tabla V. Nivel trófico asignado y grado de omnivoría de distintas colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.....	25
Tabla VI. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ (promedio \pm desviación estándar en ‰) de las muestras de pelo de crías y hembras adultas de lobo marino para diferentes temporadas en diferentes colonias reproductoras del Golfo de California.....	26
Tabla VII. Diferencias en $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ entre colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2000 (prueba de Tukey). Las colonias con diferencias significativas ($p < 0.05$) están marcadas en negritas.....	30
Tabla VIII. Diferencias en $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ entre colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002 (prueba de Tukey). Las colonias con diferencias significativas ($p < 0.05$) están marcadas en negritas.....	31
Tabla IX. Diferencias en $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ entre colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2000 y 2002 (prueba de Tukey). Las colonias con diferencias significativas ($p < 0.05$) están marcadas en negritas.....	33
Tabla X. Tamaño poblacional de las colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California.....	35
Tabla XI. Comparación de la composición alimentaria del lobo marino en las colonias El Rasito y El Partido durante la temporada reproductiva del 2002.....	40
Tabla XII. Comparación de la composición alimentaria del lobo marino en las colonias Isla Granito y Los Cantiles durante 1995-1996 y la temporada reproductiva del 2002, respectivamente.....	40
Tabla XIII. Nivel trófico del lobo marino de California en las colonias reproductoras del Golfo de California.....	42

GLOSARIO

- Amplitud trófica.- Variedad de presas que conforman la alimentación de una determinada especie consumidora a lo largo de un periodo de tiempo.
- Filopatría.- Tendencia de un individuo a regresar o permanecer en su localidad natal u otra localidad adoptada para reproducirse o mudar a lo largo de su vida.
- Fraccionación isotópica.- Término que se utiliza para describir cambios en la señal isotópica entre la dieta y los tejidos del consumidor, reconociendo que este efecto se da tanto por una asimilación bioquímica selectiva de los componentes de la dieta con señales isotópicas diferentes así como por una discriminación isotópica.
- (δ) Delta.- Notación adoptada para expresar diferencias relativas en las razones de isótopos estables entre una muestra y un estándar; se expresa en unidades de partes por mil (‰) (latín *per mille*).
- $\delta^{13}\text{C}$.- Diferencia expresada en partes por mil entre el contenido de ^{13}C de una muestra con respecto al del estándar (Pee Dee Belemnite en el caso del carbón).
- $\delta^{15}\text{N}$.- Diferencia expresada en partes por mil entre el contenido de ^{15}N de una muestra con respecto al del estándar (Nitrógeno atmosférico en el caso del nitrógeno).
- Enriquecimiento isotópico.- Término utilizado para describir la cantidad de ^{15}N y / o ^{13}C con respecto a otra cantidad. Por lo tanto, una sustancia enriquecida en ^{15}N o ^{13}C estará disminuida isotópicamente en ^{14}N y en ^{12}C respectivamente.
- Especialista plástico.- Organismo que a pesar de alimentarse de una amplia variedad de presas, presenta una preferencia por las especies más abundantes y accesibles estacionalmente.
- Estatolito.- Acumulación calcárea compuesta principalmente de carbonato de calcio cristalizado y aragonita que se encuentra dentro del estatocisto, órgano del oído interno de los cefalópodos.
- Índice de importancia.- Medida de importancia que representa la probabilidad de extraer de un conjunto de copros un individuo de un taxón determinado.
- Isótopo.- Átomo de un mismo elemento con igual número de protones (Z^+) y electrones (e^-) pero diferente número de neutrones (N).
- Isótopo estable.- Isótopo que no demuestra ninguna tendencia a experimentar la descomposición radiactiva o espontánea.
- Lactancia.- Producción de leche por parte de las hembras con el fin de alimentar a sus crías.

- Nivel trófico.- Posición o categoría en la que se clasifica un determinado organismo dentro de la cadena trófica; dicha posición está dada de acuerdo a la manera en la cual obtiene su materia y energía.
- Oportunista.- Organismo que puede cambiar de una fuente alimenticia a otra aprovechando la más provechosa en un determinado tiempo.
- Otolito.- Estructura (compuesta de cristales de carbonato de calcio en forma de aragonita y de una matriz orgánica constituida por una proteína llamada otolina) que forma parte del oído interno de los peces. De los tres tipos existentes (lapillus, asteriscus y sagitta), el otolito sagitta es el que comúnmente se utiliza para la identificación de peces debido a sus variaciones interespecíficas.
- Pico de cefalópodo.- Diente quitinoso curvado fuertemente esclerotizado. Ampliamente utilizados (pico superior e inferior) para la identificación de pulpos y calamares.
- Pinnípedo.- Término que deriva del latín *pinna* (aleta) y *pedis* (pie), refiriéndose al grupo de mamíferos carnívoros acuáticos (focas, lobos marinos, lobos de pelo fino y morsas) los cuales presentan extremidades en forma de aleta.
- Superposición trófica.- Uso compartido de los recursos alimenticios por dos o más especies, en tiempo y espacio.
- Tasa de recambio isotópico.- Periodo en el que las concentraciones isotópicas de un tejido reflejan la señal isotópica de una dieta en particular. Los tejidos con una tasa de recambio isotópica rápida reflejarán una dieta reciente mientras que aquellos tejidos con una tasa de recambio lenta reflejarán una dieta promedio de largos periodos de tiempo.

RESUMEN

El lobo marino en el Golfo de California muestra hábitos alimentarios específicos en cada colonia, sugiriendo el aprovechamiento de los recursos locales a pesar de que algunas colonias se encuentran a una distancia menor que la capacidad de forrajeo de la especie. Dicha evidencia surge a partir de estudios basados en la identificación de estructuras duras recuperadas de muestras fecales; sin embargo, este tipo de estudios presenta sesgos debido a la digestión diferencial del material recuperado. En este trabajo, el nivel, la amplitud y el grado de superposición trófica entre colonias reproductoras de lobo marino se evaluó mediante el uso de dos técnicas simultáneas (análisis de muestras fecales y medición de isótopos estables). Para ello se identificaron otolitos y picos de cefalópodos recuperados de muestras fecales colectadas en 11 colonias durante la temporada reproductiva del 2002 y se midieron las razones isotópicas de nitrógeno y carbono ($\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$) en pelo de crías de lobo marino en siete colonias del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2000 ($n = 70$) y en 11 colonias en la del 2002 ($n = 108$). Las razones isotópicas mostraron una separación del nivel trófico entre algunas colonias (ANOVA, $p < 0.05$) con poca variación entre años para cada colonia. Los valores promedio de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en las colonias variaron de 20.18‰ a 22.39‰ y de -15.44‰ a -13.96‰ respectivamente. Esta variación fue corroborada con el análisis de muestras fecales donde se obtuvo una clara variación regional en el consumo de presas a lo largo del Golfo con un bajo grado de superposición entre las colonias, aún en aquellas que presentan una corta distancia entre ellas. Los resultados obtenidos apoyan de manera más precisa la hipótesis de partición de recursos además de mostrar un gradiente en el patrón isotópico del Golfo.

ABSTRACT

The sea lion in the Gulf of California shows particular feeding habits in each colony suggesting the utilization of local resources in spite of the fact that between some of the colonies there is a smaller distance than the forage capacity of the species. This evidence is based on studies using conventional dietary analysis techniques; however, they are biased due to differential digestion of the recuperated material. In this study, the level, breadth and trophic overlap among reproductive sea lion colonies was evaluated with the use of two simultaneous techniques (analysis of scat samples and stable isotopes). Prey identification from otoliths and cephalopod beaks was conducted from scat samples collected in 2002. Nitrogen and carbon isotope ratios ($\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$) were measured in hair of sea lion pups in seven colonies of the Gulf of California during the breeding season of 2000 ($n = 70$) and 11 colonies in 2002 ($n = 108$). The isotope ratios show significant differences (ANOVA, $p < 0.05$) in the trophic positions of several colonies with no variation between years. The mean values of $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ in the colonies of the Gulf of California varied from 20.18‰ to 22.39‰ and from -15.44‰ to -13.96‰ respectively. This variation was corroborated with the scat analysis where a regional variation was observed in the prey consumption throughout the Gulf of California with a low degree of trophic overlap between colonies, even in those closely located to each other. These results support the hypothesis of resource partition and also show a gradient in the isotopic pattern of the Gulf.

I.- INTRODUCCIÓN

El lobo marino de California *Zalophus californianus* (Lesson, 1828) es un pinnípedo de la Familia Otariidae perteneciente al Orden Carnívora (Wynen *et al.*, 2001). Mundialmente se han reconocido tres subespecies: *Z. c. japonicus* (Peters, 1866) del mar de Japón, subespecie considerada extinta; *Z. c. wolfebaeki* (Siversten, 1953) presente en las Islas Galápagos; y *Z. c. californianus* (Lesson, 1828) que habita en la costa oeste de Norteamérica (King, 1983).

La subespecie *Zalophus c. californianus* es considerado uno de los pinnípedos más ampliamente distribuidos en el hemisferio norte. Habita aguas templadas y subtropicales del océano Pacífico nororiental desde la Columbia Británica en Canadá hasta las Islas Tres Marías en México, incluyendo el Golfo de California (Peterson y Bartholomew, 1967; King, 1983). En México, esta especie presenta una gran abundancia con una población aproximada de 90,000 individuos (65% de la población total), de los cuales se estima que entre 25,000 y 30,000 viven dentro del Golfo de California (Le Boeuf *et al.*, 1983; Zavala, 1993).

En el Golfo de California, se han identificado un total de 29 colonias de lobo marino, cuatro de las cuales se encuentran en tierra continental y las 25 restantes en islas de varios tamaños y algunos islotes o rocas. De estas colonias, solo 13 son consideradas reproductoras, encontrándose la mayoría en la región zoogeográfica definida por Walker (1960) como zona norte (Aurioles-Gamboa, 1988); esta región, definida de acuerdo a estudios ictiológicos, se extiende desde el delta del río Colorado (31°53' N y 114°55' O) hasta una línea que conecta la punta de San Francisquito (28°27' N y 112°53' O), Baja California, con Bahía Kino (28°50' N y 111°59' O), Sonora. Se cree que la gran abundancia de lobos marinos en esta región (81.7% de la población total del Golfo de California) está relacionada con la distribución y abundancia de pelágicos menores y no tanto con el espacio insular disponible (Aurioles-Gamboa y Zavala, 1994).

Además de la región definida por Walker (1960), el Golfo de California se encuentra dividido, según los criterios utilizados, en diferentes regiones biogeográficas (Ej. Allen, 1937; Cupp y Allen, 1938; Gilbert y Allen, 1943; Round, 1967; Santamaría del Ángel y Álvarez-Borrego, 1994). De éstas, la división de Santamaría del Ángel y Álvarez-Borrego (1994), donde se definen 14 regiones biogeográficas de acuerdo a la concentración de pigmentos, es considerada la más completa y ecológicamente significativa debido a que algunas de las regiones se relacionan con los ciclos de vida o la distribución geográfica de importantes grupos faunísticos.

En las colonias reproductoras, las hembras adultas son altamente filopátricas (Hernández-Camacho, 2001), además de que muestran una larga residencia en los sitios de reproducción debido al proceso de amamantamiento que puede ser de un año o más. Es por ello que su alimentación se ve restringida a la región en donde se reproducen, estableciéndose así áreas de alimentación específicas (Sánchez-Arias, 1992; García-Rodríguez y Aurioles-Gamboa, 2004). Esta evidencia sugiere cierta especialización en el aprovechamiento de los recursos locales a pesar de que algunas colonias, como El Rasito y El Partido y Los Cantiles e Isla Granito (Fig.1), se encuentran a una distancia menor que la capacidad de forrajeo de la especie la cual es de aproximadamente 30 km según el estudio realizado por Kuhn *et al.*, (2004) en Los Islotes (Fig.2). Con base en lo anterior, podría esperarse que con el tiempo los hábitos alimentarios de cada colonia se tornen característicos con niveles tróficos distintos debido al consumo de diferentes presas y a las características

ambientales particulares de cada región (Santamaría del Ángel y Álvarez-Borrego, 1994; Aurióles-Gamboa *et al.*, 2002).



Figura 1. Distancia entre algunas colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California con relación a la capacidad de forrajeo promedio (30 km).

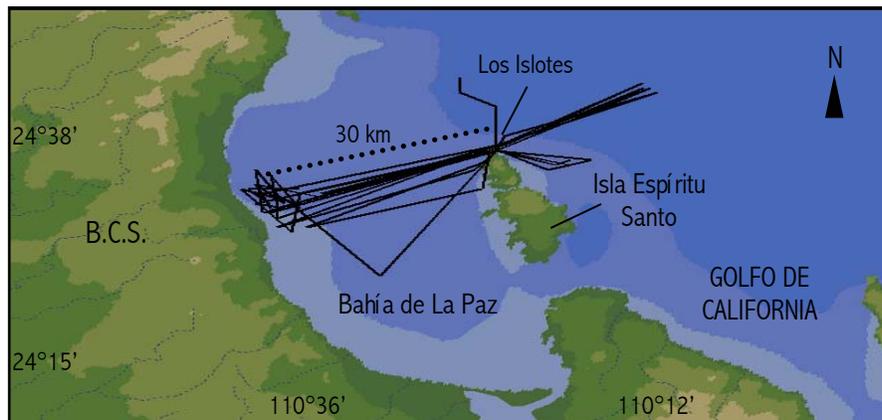


Figura 2. Distancia recorrida por seis hembras adultas de lobo marino durante la alimentación en 2003 en la colonia Los Islotes, B.C.S. (Kuhn *et al.*, 2004).

A pesar de que existen varios trabajos sobre la alimentación del lobo marino en diferentes colonias del Golfo de California, las técnicas empleadas: análisis de contenido estomacal (Ej. Mathisen *et al.*, 1962; Fiscus y Baines, 1966; Pitcher, 1981) e identificación de partes duras de peces y cefalópodos en muestras fecales (Ej. Antonelis *et al.*, 1984; Aurióles-Gamboa *et al.*, 1984; Lowry *et al.*, 1991; García-Rodríguez 1995; Orr, 1998; García-Rodríguez y Aurióles-Gamboa, 2004), no generan información sobre los niveles tróficos además de que en la mayoría de los casos no es posible determinar de manera precisa (por el sesgo que presentan) el espectro trófico de cada colonia y por tanto la superposición trófica entre ellas.

El análisis del contenido estomacal, a pesar de proporcionar información de los hábitos alimentarios de individuos de diferente edad y sexo, su uso en los estudios de alimentación en pinnípedos no es común porque involucra la colecta de estómagos a partir de animales sacrificados o varados, siendo el tamaño de muestra usualmente bajo. Además su uso genera una sobrestimación de la tasa de consumo de cefalópodos debido a que los picos tienden a acumularse en el estómago (Pitcher, 1980; Bigg y Fawcett, 1985; Lance *et al.*, 2001).

Actualmente esta técnica ha dejado de usarse debido a que los pinnípedos como la mayoría de los mamíferos marinos son considerados como especies protegidas.

Por su parte, el uso de otolitos y picos de cefalópodos recuperados de muestras fecales para el estudio de los hábitos alimentarios es una técnica de gran utilidad debido a que se pueden coleccionar una gran cantidad de muestras de manera rápida y sin dañar a los organismos, además de que la morfología distintiva de dichas estructuras permite identificar las diferentes presas consumidas. Sin embargo, existe un sesgo por digestión diferencial del material recuperado impidiendo en ocasiones la identificación de las presas (Maldonado, 1997; Orr y Harvey, 2001).

Recientemente se ha utilizado el análisis de isótopos estables como técnica complementaria a las convencionales. Esta técnica provee información valiosa debido a que se puede inferir sobre el alimento asimilado y no solo del ingerido para distintos periodos de tiempo (de días a años) dependiendo del tejido con el que se trabaje, ya que las tasas de recambio de isótopos estables en tejidos varían de acuerdo a la tasa metabólica del tejido y del individuo (Tieszen *et al.*, 1983; Hobson y Clark, 1992a; Hobson *et al.*, 1996). A pesar de que las razones isotópicas varían considerablemente entre tejidos, este patrón de enriquecimiento se observa cuando se compara entre el mismo tipo de tejido (Ej. pelo, piel, músculo, hueso, sangre) entre organismos de distinto nivel trófico (Koch *et al.*, 1994).

La razón de isótopos estables de carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ o $\delta^{13}\text{C}$) puede indicar las preferencias alimenticias con respecto a ambientes marinos *vs.* dulceacuícolas, zonas costeras *vs.* oceánicas y pelágicas *vs.* bentónicas (Hobson, 1990; Hobson *et al.*, 1994; France, 1995). La razón de isótopos estables de nitrógeno ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ o $\delta^{15}\text{N}$) provee información del nivel trófico relativo de los organismos dentro de una cadena trófica por la relación que existe entre el contenido de ^{15}N del consumidor con el de su dieta (Owens, 1987). Estudios recientes han mostrado que las razones isotópicas en los tejidos de los animales presentan un enriquecimiento promedio en ^{13}C de 0.5-1‰ y en ^{15}N de 3-5‰ que aquellas encontradas en su dieta (DeNiro y Epstein, 1978; Fry *et al.*, 1984; Hobson y Welch, 1992; Minagawa y Wada, 1984).

De esta manera, en el presente trabajo se pretende realizar un análisis más completo de la amplitud trófica de las colonias reproductoras de lobo marino, sus niveles tróficos y el grado potencial de competencia trófica entre las mismas dentro del Golfo de California, empleando para ello la técnica de isótopos estables, que genera información precisa sobre el nivel trófico y es complementaria a la técnica de muestras fecales la cual nos permitirá tener la identidad específica de las presas (Newman, 1991).

II.- ANTECEDENTES

En el Golfo de California se han realizado varios estudios sobre alimentación del lobo marino, sin embargo, pocos de ellos han abordado los hábitos alimentarios en diferentes colonias durante la misma temporada. Auriolles-Gamboa *et al.* (1984) realizaron el primer estudio de alimentación en Los Islotes, la colonia reproductora más sureña del Golfo, mostrando que el lobo marino se alimenta de manera oportunista aprovechando los recursos que se encuentran en la región; las presas principales que se encontraron fueron: *Aulopus bajacali*, *Pronotogrammus eos* y *Neobythites* sp. Orta-Dávila (1988) por su parte, realizó un trabajo de hábitos alimentarios en el Islote El Racito, encontrando también que la dieta de esta especie está basada en la presa que abunda en la zona, la sardina *Sardinops sagax*.

Sánchez-Arias (1992) reportó los hábitos alimentarios en dos colonias reproductoras: Los Cantiles en Isla Ángel de la Guarda e Isla Granito, donde se encontraron como presas principales a *Diaphus* sp., *Trichiurus lepturus* y *Merluccius productus*. El pez granadero *Coelorhynchus scaphopsis* fue otra de las presas principales, sin embargo, estuvo presente únicamente en Isla Granito. Entre las dos colonias existieron diferencias en cuanto a la composición de la dieta a pesar de la corta distancia entre ellas; lo anterior fue atribuido a diferentes áreas de alimentación. García-Rodríguez (1995) estudió la alimentación del lobo marino en la colonia de Los Islotes durante 1990 y 1993, encontrando resultados similares al estudio llevado a cabo por Auriolles-Gamboa *et al.* (1984); dentro de las especies ícticas que se reconocieron como importantes se menciona a *Porichthys notatus*, *Trichiurus lepturus*, *Aulopus bajacali* y *Pronotogrammus multifasciatus* para 1990 y *Pronotogrammus eos*, *Pronotogrammus multifasciatus*, *Aulopus bajacali* y *Serranus aequidens* para 1993. La alimentación en los dos años de estudio se basó en muy pocas presas y a pesar de existir variación en el tipo de alimento a través del tiempo, algunas presas mantuvieron su importancia de un año a otro.

Romero (2000) estudió los hábitos alimentarios del lobo marino en la colonia San Jorge, una de las colonias reproductoras de lobo marino más nortñas dentro del Golfo de California y Gutiérrez (2003) en la colonia Farallón de San Ignacio. En dichos estudios, ambos con duración de un año, se encontró que las presas principales fueron: el calamar *Lolliguncula panamensis* y los peces *Cetengraulis mysticetus* y *Porichthys analis* para la colonia de San Jorge, y *Porichthys* sp. y *Cynoscion parvipinnis* para la colonia de Farallón de San Ignacio. García-Rodríguez y Auriolles-Gamboa (2004) compararon la alimentación durante el año de 1995 y 1996 en siete colonias reproductoras localizadas en la región de las grandes islas: San Pedro Mártir, San Esteban, El Rasito, Los Cantiles, Los Machos, Isla Granito e Isla Lobos, encontrando que la composición de la dieta varía significativamente espacial y temporalmente debido al aprovechamiento y disponibilidad de los recursos y a que los animales se alimentan en sitios distintos.

A pesar de este esfuerzo, no se han determinado las diferencias en cuanto al nivel trófico entre colonias, en parte porque la técnica de muestras fecales puede tener sesgos debido a la digestión diferencial de los otolitos (Maldonado, 1997). Una alternativa es el uso de la técnica de isótopos estables. Porras-Peters *et al.*, (2003), realizaron un estudio exploratorio en algunas colonias del Golfo de California utilizando muestras de pelo de crías de lobo marino. Dicho estudio a parte de mostrar que el pelo de lobo marino es un tejido que presenta suficiente resolución para este tipo de análisis, mostró diferencias entre los valores de isótopos de nitrógeno y carbono en distintas colonias, sugiriendo que esta técnica puede ser útil para un análisis más completo de las diferencias de alimentación entre colonias, sus niveles tróficos y la potencial diferenciación de áreas de alimentación dentro del Golfo de California.

III.- JUSTIFICACIÓN

Los estudios de alimentación son sin duda la manera por la cual se conocen y comprenden mejor las relaciones tróficas entre las poblaciones debido a que a través de ellos es posible conocer la procedencia de la energía necesaria para el crecimiento, la reproducción y el mantenimiento de los organismos (García-Rodríguez, 1999).

En el Golfo de California existen diferentes condiciones oceanográficas que influyen en la distribución y abundancia de los organismos, especialmente de pelágicos menores (Lluch-Cota *et al.*, 1999). Debido a que el lobo marino (considerado como especie residente) se distribuye a lo largo del Golfo de California alimentándose durante todo el año, su alimentación presenta variaciones por los cambios temporales y espaciales en la distribución de sus presas. De esta manera, el lobo marino siendo un depredador tope en la organización del ecosistema, puede ser utilizado como indicador biológico de la distribución y abundancia de peces dentro del Golfo de California.

A pesar de que en estudios anteriores se han estudiado los hábitos alimentarios en diferentes colonias del Golfo, las técnicas empleadas (análisis de contenido estomacal y de muestras fecales) no han sido del todo satisfactorias por el sesgo que presentan. Es por ello que se pretende utilizar la técnica de isótopos estables, que genera información precisa sobre el nivel trófico y es complementaria a la técnica de muestras fecales. Con el uso de ambas técnicas se puede establecer de manera más precisa una regionalización de las colonias de lobo marino en términos de su nivel, amplitud y superposición trófica y determinar también el grado potencial de competencia trófica entre las mismas.

IV.- OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar el nivel, la amplitud y la superposición trófica de las colonias reproductoras de lobo marino *Zalophus californianus* del Golfo de California, México.

Objetivos particulares

- Conocer la estructura poblacional por categorías de edad y sexo.
- Conocer la diversidad, riqueza específica y la importancia relativa de cada presa en la alimentación de cada colonia.
- Evaluar el grado de similitud del espectro trófico entre colonias.
- Evaluar el grado de superposición trófica entre las colonias.
- Determinar el nivel trófico y grado de omnivoría por colonia.
- Determinar la fraccionación isotópica entre crías y hembras.
- Determinar la razón de isótopos de nitrógeno y carbono por colonia.

V.-ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de California se encuentra ubicado en la región noroccidental de México, entre los 31°53' - 20°27' latitud norte y los 114°54' - 105°38' longitud oeste. Es una cuenca marina de forma alargada con una orientación de noroeste a sureste, limitada al occidente por la Península de Baja California, al oriente por los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit y al sur por una línea imaginaria que conecta Cabo San Lucas, Baja California Sur con Cabo Corrientes, Jalisco (Roden, 1964; Álvarez-Borrego, 1983).

La mayor longitud del Golfo de California es de aproximadamente 1,500 km y su máxima amplitud está alrededor de los 250 km, llegando a estrecharse hasta los 90 km en el área ubicada al sur de la Isla Tiburón. Su superficie es de aproximadamente 181,000 km². A lo largo y a lo ancho del Golfo, se distribuyen aproximadamente 100 islas y otros tantos islotes ubicados desde la cercanía de la desembocadura del río Colorado hasta el paralelo 21. La parte sur se encuentra marcadamente separada del norte por dos grandes islas: Isla Ángel de la Guarda e Isla Tiburón. En la parte sur existe una considerable extensión de aguas profundas y un número de cuencas separadas entre ellas por cordilleras transversales. Las cuencas más profundas llegan a más de 3,000 m y las cordilleras hasta 1,500 m. Algunas de ellas son la cuenca Salsipuedes la cual se sumerge a profundidades de 1,400 m, la de Guaymas con profundidades de hasta 2,000 m y las cuencas de Carmen y Faralón que se encuentran unidas secuencialmente presentando profundidades de 2,700 y 3,150 m, respectivamente. En la parte norte existen cuencas más someras con cordilleras de 200 a 300 m, excepto por la cuenca Delfín con una profundidad mayor a los 900 m (Roden, 1958; Rusnak *et al.*, 1964).

Existe muy poca variación en salinidad y oxígeno, tanto geográficamente como anualmente, excepto en las desembocaduras de los ríos o esteros. La temperatura superficial del mar presenta un rango amplio e incrementa de 9°C en la boca del Golfo cerca de Cabo Corrientes hasta 22°C cerca de la boca del río Colorado. Las temperaturas más bajas se localizan alrededor de la Isla Ángel de la Guarda donde la mezcla de marea es fuerte. Durante octubre hasta junio, las temperaturas en la parte sur son mayores que en el norte del Golfo (Álvarez-Borrego, 1983). En el Golfo de California, la marea es mixta y semidiurna en la boca, mientras que en la parte central y norte es mixta y principalmente diurna. Los rangos de marea varían considerablemente siendo estos mayores en la porción norte. En la parte sur, el rango de mareas en primavera es de 1 m con poca variación hasta la parte sur de la Isla Tiburón. Hacia el norte, la amplitud de marea incrementa rápidamente hasta llegar a condiciones extremas cerca de la boca del río Colorado donde se han medido fluctuaciones de más de nueve metros (Walker, 1960; Marinone y Lavín, 1997).

En el Golfo de California se presentan dos mecanismos de enriquecimiento: surgencias generadas por corrientes de marea y surgencias costeras por viento. El primero ocurre principalmente en la región de las grandes islas donde los procesos de mezcla por mareas producen corrientes intensas, especialmente en el canal de Ballenas, y altos niveles de bombeo de aguas subsuperficiales ricas en nutrientes inorgánicos, lo que genera que esta región sea una de las de mayor productividad dentro del Golfo. El segundo tipo se presenta en ambas costas del Golfo de manera alternada durante el año. Durante el invierno y primavera, vientos del noroeste producen surgencias a lo largo de la costa continental mientras que en verano los surestes generan surgencias en la costa peninsular (Roden y Groves, 1959; Badán-Dangón *et al.*, 1985).

Los mecanismos mencionados, en combinación con la presencia de aguas someras con bajos niveles de oxígeno y altas concentraciones de nutrientes permiten altos niveles de producción primaria capaces de soportar grandes poblaciones de invertebrados, peces, aves y mamíferos marinos los cuales utilizan la zona como hábitat permanente o migran a ella para reproducirse (Álvarez-Borrego, 1983; Álvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991). Una de estas especies es el lobo marino de California, el cual es considerado como la especie de pinnípedo más abundante en México; dicha especie se distribuye a lo largo del Golfo de California formando colonias en diferentes islas e islotes. A continuación se muestran las colonias reproductoras de lobo marino (Fig. 3):

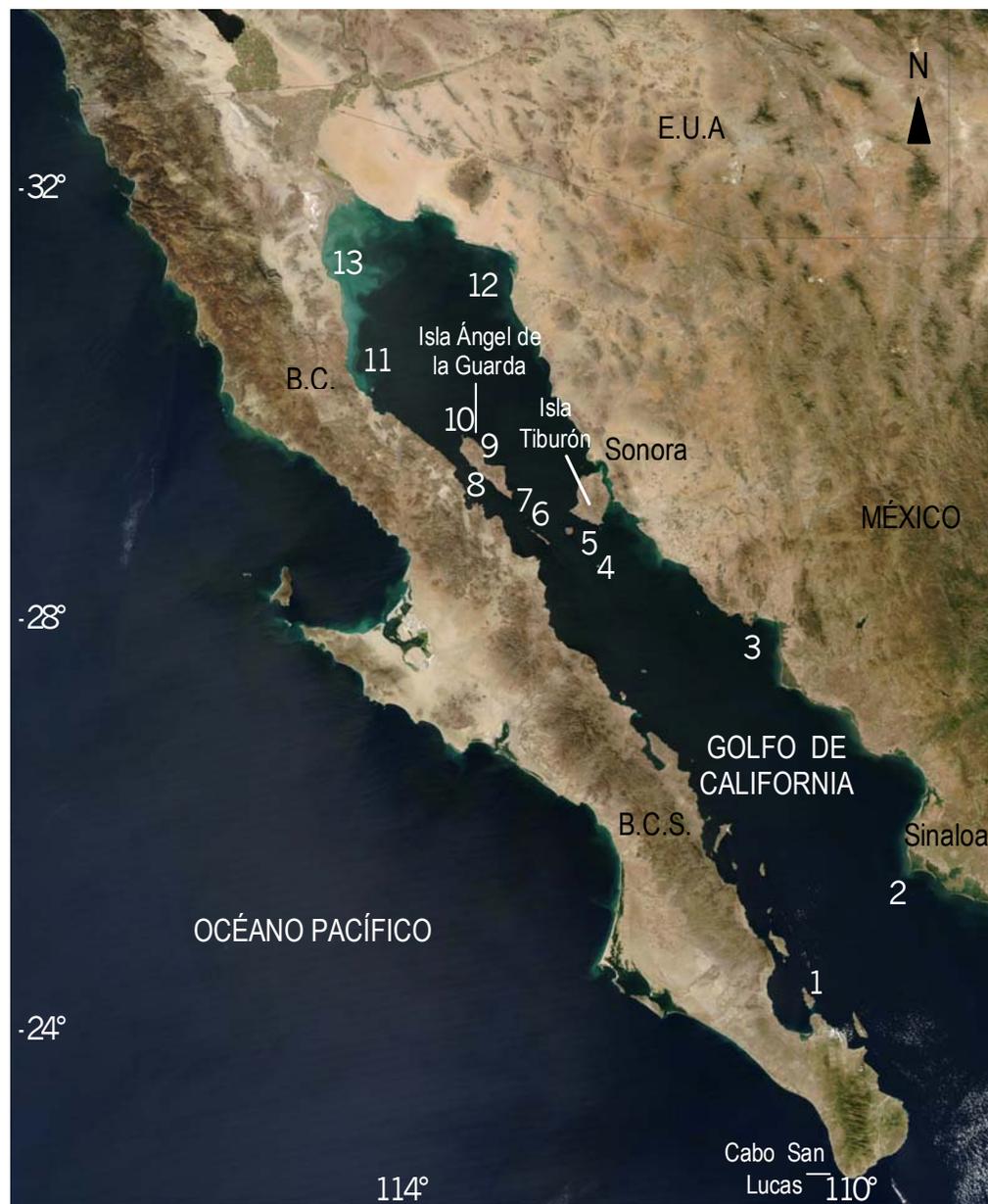


Figura 3. Ubicación geográfica de las colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California (ordenadas latitudinalmente de sur a norte): 1.Los Islotes; 2.Farallón de San Ignacio; 3.San Pedro Nolasco; 4.San Pedro Mártir; 5.San Esteban; 6.El Rasito; 7.El Partido; 8.Los Machos; 9.Los Cantiles; 10.Isla Granito; 11.Isla Lobos; 12.Isla San Jorge; 13.Rocas Consag.

VI.- METODOLOGÍA

El trabajo de campo se realizó en el verano del 2002 durante la temporada reproductiva del lobo marino. Se llevó a cabo un crucero a lo largo del Golfo de California en el barco “El Amigo” del 15 al 31 de julio donde se visitaron 11 colonias reproductoras: Los Islotes (24°35' N y 110°23' O) en Baja California Sur; Farallón de San Ignacio (25°26' N y 109°22' O) en el estado de Sinaloa; San Pedro Nolasco (26°49' N y 121°12' O), San Pedro Mártir (28°22.5' N y 112°21' O) y San Esteban (28°40' N y 112°36' O) en Sonora; El Rasito (28°49.5' N y 113°0.5' O), El Partido (28°53' N y 113°02' O), Los Cantiles (29°29' N y 113°31.5' O), Isla Granito (29°34' N y 113°33' O), Isla Lobos (30°3' N y 114°29' O) y Rocas Consag (31°7' N y 114°29.5' O) en Baja California.

Estructura y tamaño de las colonias

Con el fin de relacionar la alimentación con la estructura poblacional, en cada una de las colonias se realizaron censos en tierra o desde lancha (con ayuda de binoculares) por categorías de edad y sexo de acuerdo a la clasificación de Auriolles-Gamboya y Zavala (1994) la cual con base a las características morfológicas separan a los lobos marinos en:

Machos adultos - individuos con una edad mayor a los nueve años que miden alrededor de 2 a 2.5 m de longitud. Presentan un color negro, café oscuro o gris y un cuello grueso y cabeza coronada por una cresta sagital.

Machos subadultos – individuos de cinco a nueve años de edad con una longitud de aproximadamente 1.5 a 2 m. Presentan un color similar al de los machos adultos. La cresta comienza a desarrollarse a partir de los cinco años de edad, lo cual coincide con la madurez sexual.

Hembras adultas – individuos con una edad mayor a los cinco años que miden entre 1.4 y 1.6 m de longitud. Presentan un color café claro o crema y no presentan la cresta sagital exclusiva de los machos ni el cuello tan grueso.

Juveniles - individuos sexualmente inmaduros de ambos sexos con edades que fluctúan entre uno (destete) y cuatro años (antes de alcanzar la madurez sexual). Su longitud varía entre 1 y 1.3 m.

Crías - individuos de ambos sexos que aún no han cumplido el primer año de edad. Al nacer, tienen una longitud de 75.7 ± 2.93 y 72.3 ± 4.18 m (machos y hembras respectivamente). Presentan un color gris oscuro o negro.

Misceláneos – individuos que al momento de realizar el censo no son identificables.

Análisis de muestras fecales

Colecta de muestras

En cada una de las colonias se colectó el mayor número de muestras fecales o copros posible, siempre y cuando éstos estuvieran frescos. La colecta se realizó en la zona de reproducción donde se agrupan

principalmente hembras, crías y los machos adultos reproductores, ya a que en esa zona la probabilidad de obtener un copro de hembra es mayor. Los copros se guardaron en bolsas de plástico etiquetadas con la fecha y el nombre de la colonia correspondiente.

Identificación

En el Laboratorio de Ecología de Mamíferos Marinos del CICIMAR, los copros se colocaron en frascos de plástico con agua y detergente por un periodo de 12 - 48 horas (dependiendo de la dureza de la muestra) para facilitar el tamizado así como para eliminar el mal olor. Bajo una campana de extracción, las muestras se colocaron en un juego de tamices para sedimentología con diferente luz de malla (2.0, 1.19 y 0.71 micras) con el fin de separar las partes duras identificables como son otolitos de peces y picos de cefalópodos. Para el tamizado, se utilizó agua y un pincel para disolver los copros. Una vez obtenidos los otolitos y los picos de cefalópodos, éstos se separaron en pequeños frascos con una clave de identificación particular que incluía el nombre de la colonia y el número de copro (Ej. LI-1C).

Para la identificación de los otolitos se utilizó un microscopio estereoscópico y se tomó como referencia: 1) la colección del Laboratorio de Ecología de Mamíferos Marinos del CICIMAR que cuenta con más de 110 otolitos de diferentes especies de peces del Golfo de California; 2) las muestras obtenidas por el M.C. Francisco García Rodríguez como parte de su tesis de maestría y 3) literatura especializada (Fitch, 1966; Fitch, 1967; Fitch y Brownell, 1968). La identificación de los picos de cefalópodos fue llevada al cabo por el Dr. Unai Markaida.

Análisis de datos

El número de copros necesario de acuerdo a estudios anteriores realizados en el Golfo de California (García-Rodríguez, 1995; García-Rodríguez y Auriol-Gamboa, 2004), se encuentra alrededor de 30 a 60 dependiendo del tamaño de la colonia. Para determinar si el tamaño de muestra (número de copros) en este estudio fue adecuado para cada colonia, se utilizó el programa *EstimateS* versión 5.0 de Colwell (1997) donde se realizaron curvas de diversidad formadas a partir de las estructuras recuperadas en los copros. En dichas curvas, el punto donde la diversidad acumulada se estabiliza, indica que la incorporación de más copros deja de ser necesaria ya que la diversidad trófica se mantiene constante. Por lo tanto, se asume entonces que el tamaño de muestra es suficiente para representar la composición del alimento (Hoffman, 1978).

Para la elaboración de las curvas se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') el cual emplea la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

donde:

p_i representa la proporción de la presa (i) en los copros agrupados.

s es el número de especies

La comparación de la diversidad del espectro alimentario entre colonias se realizó a partir de las curvas de diversidad.

La importancia de las especies en cada colonia reproductora se cuantificó mediante el índice de importancia de presa (IIMP) propuesto por García-Rodríguez (1999):

$$IIMP_i = \frac{1}{U} \sum_{j=1}^U \frac{x_{ij}}{X_j}$$

donde:

x_{ij} es el número de observaciones del taxón (i) en el copro (j);

X_j es el número de estructuras totales identificables en el copro (j);

u es el número de apariciones o copros en donde el taxón (i) se encontró;

U es el número de unidades de muestreo o copros sobre los cuales se contabilizaron las apariciones.

Este índice representa la importancia de un taxón presa (i) en la probabilidad de hallarlo en un conjunto de copros, ya que considera cada copro como independiente y se basa en la sumatoria de la importancia que cada presa presenta en los copros.

Para calcular la amplitud de la dieta se utilizó el Índice de Levin mediante la siguiente fórmula:

$$B_i = 1/n - 1 \left\{ \left(1 / \sum P_{ij}^2 \right) - 1 \right\}$$

donde:

B_i es la amplitud del nicho

P_{ij} es la proporción de la presa (j) en la dieta del depredador (i).

n es el número de presas en la dieta.

Los valores de B_i pueden variar de cero a uno; cuando los valores son menores de 0.6, el depredador se considera especialista mientras que valores cercanos a uno (>0.6) indican una dieta generalista (Hurlbert, 1978; Krebs, 1999).

La similitud de las colonias de acuerdo a la composición del alimento se revisó a partir de un análisis de grupos. Para realizar el análisis de agrupamiento de las colonias, se utilizaron los porcentajes de importancia de cada presa por colonia. La distancia "city block" o de Manhattan se utilizó para medir la similitud o distancia entre grupos. Dicha distancia representa la diferencia promedio a través de dimensiones (distancia $(x, y) = \sum_i |x_i - y_i|$) (Larson y Sadiq, 1983). Se considero esta distancia debido a que los valores no son elevados al cuadrado reduciendo el efecto de valores extremos. Como regla de ligamiento se utilizó el método de Ward (Ward, 1963). Este método es considerado muy eficiente debido a que utiliza una aproximación del análisis de variancia para evaluar las distancias entre grupos minimizando la suma de cuadrados de cualquier par de grupos.

POR SENTIDO BIOLÓGICO

Para evaluar la superposición del espectro trófico entre colonias se utilizó el Índice de Morisita-Horn a partir de la siguiente fórmula:

$$C\lambda = 2 \sum_{i=1}^n P_{ij} P_{ik} / \sum_{i=1}^n P_{ij}^2 + \sum_{i=1}^n P_{ik}^2$$

donde:

$C\lambda$ es el índice de superposición de dietas entre el depredador (j) y el depredador (k).

P_{ij} es la proporción de la presa i que es utilizado por el depredador (j).

P_{ik} es la proporción de la presa i que es utilizado por el depredador (k).

n es el número total de presas.

Los valores de $C\lambda$ pueden variar de cero cuando las dietas son completamente distintas a uno cuando las dietas son idénticas (Horn, 1966; Smith y Zaret, 1982). De acuerdo a la escala propuesta por Langton (1982), se considera que no hay superposición cuando los valores van de 0 a 0.29; de 0.30 a 0.65 una superposición baja y si el valor excede a 0.66 una superposición biológicamente significativa o alta.

Para poder relacionar la superposición entre colonias con la distancia, se realizó una correlación de Pearson utilizando los valores de $C\lambda$ obtenidos por cada par de colonias y la distancia (calculada en km) que existe entre ellas.

Para determinar el nivel trófico a partir de tipo de presas encontradas en las muestras fecales se utilizó la siguiente ecuación propuesta por Christensen y Pauly (1992):

$$TL = 1 + \left(\sum_{j=1}^n DC_{ij} \right) (TL_j)$$

donde:

DC_{ij} referida como la composición de la dieta, es la proporción de presas (j) en la dieta del depredador (i);

TL es el nivel trófico de las presas (j);

n es el número de grupos en el sistema.

De acuerdo con estos autores, el detritus y los productores primarios presentan un nivel trófico igual a la unidad mientras que para el resto de los grupos, el nivel trófico (TL) del depredador o grupo (i) se define como uno más la suma de los niveles tróficos de las presas multiplicado por la proporción de la presa en la dieta del depredador.

El valor del nivel trófico (TL) de los peces se consultó en el programa Fishbase (Froese y Pauly, 2003) y el de los cefalópodos se obtuvo a partir de literatura especializada. Las presas a las que no se les pudo determinar dicho valor, se les asignó un nivel trófico de otra presa con espectro alimentario semejante y una distribución similar.

Para calcular la variancia de los niveles tróficos de las presas del lobo marino se empleó el Índice de Omnivoría propuesto por Pauly *et al.*, (1987):

$$OI = \sum_{j=1}^n (TL_j - TL)^2 D_{cij}$$

donde:

n es el número de grupos en el sistema;

TL_j es el nivel trófico de la presa (j);

TL es el nivel trófico promedio de las presas (uno menos que el nivel trófico del depredador (i));

DC_{ij} es la fracción de presas (j) en la dieta promedio del depredador (i).

En el caso de que las presas del depredador se encuentren en un solo nivel trófico, el valor del índice será igual a cero, mientras que un valor elevado indicará que las posiciones tróficas de las presas del depredador son variables (Christensen y Pauly, 1992).

Análisis de isótopos estables

Colecta de muestras

Se colectaron muestras de pelo de crías en cada una de las colonias. Para obtener muestras de crías de la misma edad (dos meses aproximadamente), se capturaron crías de longitud estándar (medida que va de la punta de la cabeza a la punta de la cola) similar, la cual se midió con ayuda de una cinta métrica. Durante la primavera del 2003 (abril) se realizaron colectas adicionales de pelo de animales de diferente categoría de edad en la colonia de Los Islotes. El tamaño de muestra se determinó tomando en cuenta el estudio realizado por Porras-Peters *et al.*, (2004) en el verano del 2000 donde se observaron diferencias significativas en cuanto a los valores de las razones isotópicas utilizando más de cinco muestras (crías).

Cada muestra se tomó a partir de un área aproximada de 5 cm x 5 cm de la región dorsal de los organismos utilizando unas tijeras esterilizadas. Las muestras se colocaron en pequeños frascos de plástico etiquetados con la fecha, el nombre de la colonia correspondiente, el sexo y la categoría del animal.

El pelo de crías fue utilizado por diferentes razones: 1) el pelo es un tejido que ha sido previamente utilizado mostrando suficiente resolución para determinar diferencias entre colonias; 2) las crías de lobo marino durante la lactancia se alimentan únicamente de leche de su madre presentando un nivel trófico mayor, siendo éste constante durante este período (Fogel *et al.*, 1989) y 3) el pelo es un tejido que en el caso de los otáridos se encuentra bien establecido en el último mes de la gestación y no es mudado hasta tres o cuatro meses después del parto reflejando por lo tanto los últimos meses de la alimentación de la madre (Bauer *et al.*, 1964). Esto permite que de manera indirecta puedan registrarse los hábitos alimentarios de las hembras en cada colonia a partir del muestreo de sus crías, las cuales presentan una mayor facilidad de captura y manejo.

Procesamiento de muestras

Las muestras de pelo se prepararon en el Laboratorio de Química del CICIMAR. Cada muestra se enjuagó con agua desionizada para eliminar los residuos de sales; las muestras se colocaron en viales de

vidrio (previamente tratados con Extrán -jabón libre de fosfatos- y agua destilada así como con mezcla crómica -mezcla de ácido sulfúrico y dicromato de potasio- por un periodo de 24 horas y nuevamente agua desionizada) y posteriormente se mantuvieron en un desecador a una temperatura de 80°C durante 12 horas para eliminar toda la humedad.

Los lípidos de las muestras se eliminaron debido a que se ha demostrado que éstos tienen carbonos enriquecidos en ^{12}C y los tejidos con grandes cantidades de lípidos afectan la interpretación ecológica de la señal isotópica del carbono, sesgando los resultados isotópicos hacia valores negativos si no se eliminan (Tieszen *et al.*, 1983). Se aplicó el protocolo de Extracción Asistida por Microondas (MAE) (aplicación E015 - Industrias Falcón) mediante el cual se extrajeron los lípidos en 25 ml de una solución cloroformo / metanol (1:1) en vasos de extracción (previamente tratados con Extrán y agua destilada y desionizada antes de cada corrida) y un microondas MARS-5 x CEM. El tiempo de la extracción fue de 20 minutos, el cual consistió: en 10 minutos para elevar la temperatura a 100°C y 10 minutos más para que se mantuviera la temperatura constante; la presión utilizada durante la extracción fue de 75-90 psig.

Al finalizar la extracción, las muestras se colocaron en un desecador a temperatura ambiente por 12 horas para permitir la volatilización de residuos del solvente. Posteriormente, las muestras de pelo se cortaron finamente con ayuda de unas pinzas y tijeras esterilizadas y luego se molieron con un mortero de ágata para homogeneizarlas; lo anterior se realizó bajo una campana de extracción para evitar cualquier contaminación. En una micro-cápsula de estaño de 8 x 5 mm se pesó 1.2 ± 0.01 mg de muestra en una micro balanza analítica con una precisión de 0.001 mg. Las micro-cápsulas se sellaron y se enviaron al Laboratorio de Isótopos Estables en la Universidad de California en Santa Cruz (UCSC).

Análisis de muestras

Las razones de isótopos estables de nitrógeno y carbono se midieron por flujo continuo en el espectrómetro de masas de razones isotópicas (20-20 PDZ Europa) después de la combustión de las muestras a CO_2 y a N_2 a 1000°C en el analizador elemental (PDZ Europa ANCA-GSL). Los gases se separaron en una columna cromatográfica antes de su introducción en el espectrómetro de masas. Las razones isotópicas de las muestras se compararon con las razones de los gases estándares de trabajo inyectados directamente al espectrómetro de masas; el sulfato de amonio ($\delta^{15}\text{N} = 1.33\text{‰}$) se utilizó como estándar para la calibración de la señal isotópica de nitrógeno y la sacarosa ($\delta^{13}\text{C} = -23.83\text{‰}$) para el carbono. La precisión analítica de estos estándares durante las corridas de las muestras fue de $\pm 0.2\text{‰}$ para el nitrógeno y carbono. Los estándares de trabajo son calibrados periódicamente contra los estándares internacionales los cuales son el N_2 atmosférico ($\delta^{15}\text{N} = 0.004\text{‰}$) para el nitrógeno y el carbonato de calcio conocido como Pee Dee Belemnita (PDB) ($\delta^{13}\text{C} = 0.011\text{‰}$) para el carbono. El pelo resultó bioquímicamente comparable ya que se obtuvo una razón C/N de 3.07 ± 0.16 por lo que la variación resultante de los datos se debió únicamente a la naturaleza isotópica y no a la composición bioquímica del tejido.

Las razones isotópicas resultantes de cada muestra se reportan utilizando los valores convencionales delta (δ) como se muestra a continuación:

$$\delta^{15}\text{N} \text{ o } \delta^{13}\text{C} (\text{‰}) = [(R_{\text{muestra}}/R_{\text{estandar}}) - 1] \times 1000$$

donde:

$\delta^{15}\text{N}$ o $\delta^{13}\text{C}$ es la diferencia expresada en partes por mil (‰) entre el contenido de ^{15}N o ^{13}C de la muestra y de la del estándar y R_{muestra} y $R_{\text{estándar}}$ son las razones de $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ o $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ para la muestra y el estándar, respectivamente.

Análisis de datos

Para probar la significancia de la diferencia isotópica encontrada en los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ del grupo de hembras adultas y de crías, se realizó una prueba de T-Student. Las crías provienen de la muestra 2002.

Los valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ de pelo de crías de lobo marino del presente estudio se compararon con los valores obtenidos en siete colonias reproductoras (Los Islotes, San Pedro Mártir, San Esteban, El Partido, Los Machos, Los Cantiles e Isla Granito) durante la temporada reproductiva del 2000 (16 - 25 julio) por Porras-Peters *et al.*, (2003). Se utilizó un análisis de variancia (ANOVA) de una vía para probar la significancia de las diferencias de la longitud estándar de las crías de las colonias reproductoras muestreadas durante la temporada reproductiva del 2000 y del 2002.

Para probar la significancia de las diferencias encontradas en los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en pelo de crías de lobo marino entre colonias para cada año (2000 y 2002), se utilizó un análisis de variancia de una vía. En ambos casos se cumplió el supuesto de normalidad (Anexo II), sin embargo, para el caso del carbono durante la temporada del 2000 el supuesto de homocedasticidad, para el cual se empleó la prueba de Bartlett, no se cumplió (Anexo III). Para determinar cual de las variancias difería del resto se realizó una prueba de comparaciones múltiples entre variancias basada en la transformación logarítmica de las variancias de las muestras (Levy, 1975a, 1975c); el mayor aporte de la variación estuvo generado por la colonia Los Machos y en menor grado por otras colonias. Al analizar los valores isotópicos se optó por eliminar los valores extremos (aquellos que se salían del intervalo al 0.999% de confianza): Los Islotes (-14.21); El Partido (-15.34); Los Machos (-14.82) y Los Cantiles (-14.4) para obtener únicamente un aporte en la variación por parte de Los Machos (Anexo IV), ya que esta colonia en el caso del carbono presentó una variancia muy reducida, ocasionando que no se cumpliera el supuesto de homocedasticidad.

Para determinar la existencia de variación interanual en las señales isotópicas de las diferentes colonias, se realizó un análisis de variancia de dos vías para probar la significancia de las diferencias en los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ entre años para cada colonia.

El análisis de los datos se reportó en términos de p indicando el nivel de significancia observado. La prueba *a posteriori* de Tukey para diferente tamaño de muestra se utilizó en todas sus comparaciones para cada variable ($\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$) para identificar las diferencias entre las colonias y entre años.

Para relacionar el $\delta^{15}\text{N}$ con el nivel trófico obtenido a partir del análisis de muestras fecales, se realizó una correlación de Pearson utilizando los valores promedio de $\delta^{15}\text{N}$ de cada colonia (valores de la temporada reproductiva del 2002) y los valores obtenidos a partir de la ecuación de Christensen y Pauly (1992) respectivamente. Todos los análisis estadísticos se efectuaron utilizando el programa Statistica versión 6.0.

VII.-RESULTADOS

Estructura y tamaño de las colonias

Durante el periodo de muestreo se contabilizó un total de 4517 animales en ocho de las 11 colonias visitadas; en las tres colonias restantes (San Pedro Nolasco, San Pedro Mártir y San Esteban) no fue posible realizar censos de los animales debido a condiciones ambientales no favorables. El tamaño poblacional varió entre colonias. En la colonia de Los Islotes se registraron 265 animales, en el Farallón de San Ignacio 345, en El Rasito 244, en El Partido 487, en Los Cantiles 773, en Isla Granito 553, en Isla Lobos 1250 y en Rocas Consag 600.

Se observó un patrón similar en cuanto a la estructura poblacional por categorías de sexo y edad donde las hembras representan a la categoría más abundante, seguida por las crías y juveniles y por último los machos adultos y subadultos (Fig. 4).

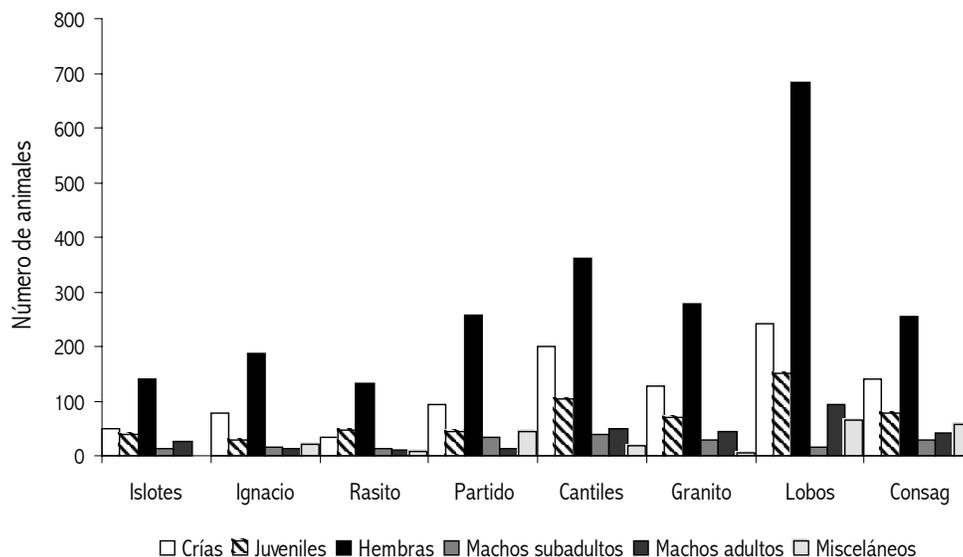


Figura 4. Estructura por edad y sexo del lobo marino en distintas colonias reproductoras del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.

Del total de animales en las ocho colonias para la temporada reproductiva del 2002, el 6.49% correspondió a los machos adultos, el 4.07% a los machos subadultos, el 50.83% a las hembras, el 12.42% a los juveniles, el 21.28% a las crías y el 4.91% a los individuos misceláneos (Fig. 5). Debido a que las hembras representan la categoría más numerosa de la población, es considerado valioso su monitoreo a través de las crías.

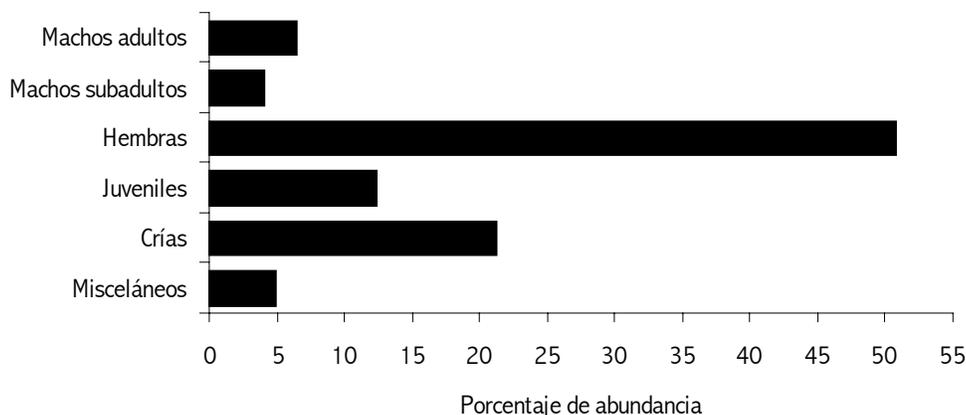


Figura 5. Porcentaje de abundancia de cada una de las categorías de edad y sexo de lobo marino en ocho colonias reproductoras del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.

Análisis de muestras fecales

Se revisó un total de 257 copros de lobo marino colectados en 11 colonias reproductoras durante el periodo de muestreo, además de que se contó con información de 17 copros más colectados en la colonia de Farallón de San Ignacio por la Biol. Ecol. María del Carmen Gutiérrez Osuna. Del total de copros, 155 (56.57%) copros presentaron estructuras identificables (otolitos de peces y picos de cefalópodos) (Tabla I); y 269 (97.99%) presentaron restos de peces, 47 (19.45%) restos de moluscos y 19 (7.30%) restos de crustáceos (Fig.6).

Tabla I. Número de copros de lobo marino colectados y número de copros con estructuras identificables en 11 colonias reproductoras del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.

Colonias reproductoras	Fecha de colecta	Número de copros colectados	Número de copros con estructuras identificables
Los Islotes	9-30 julio	22	17
Farallón de San Ignacio	06 y 16 julio	30	23
San Pedro Nolasco	18 julio	20	16
San Pedro Mártir	19 julio	13	11
San Esteban	20 julio	17	5
El Rasito	21 julio	36	21
El Partido	22 julio	46	29
Los Cantiles	23 julio	16	3
Isla Granito	23 julio	14	---
Isla Lobos	24 julio	19	9
Rocas Consag	26 julio	41	21
TOTAL		274	155

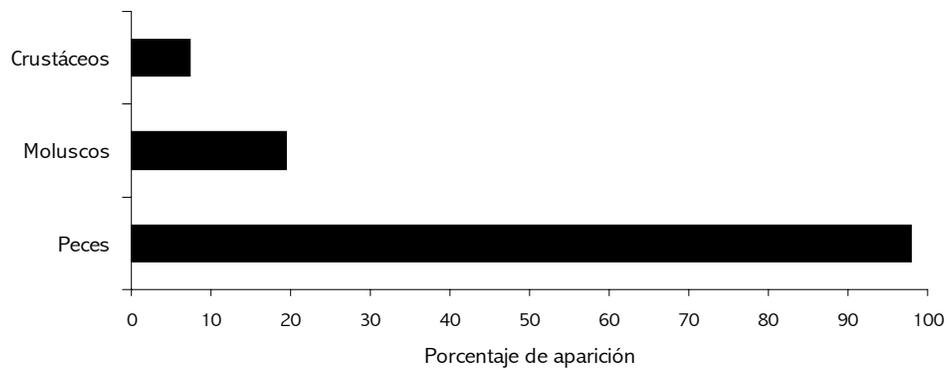


Figura 6. Importancia de peces, moluscos y crustáceos con base en el porcentaje de aparición (de acuerdo a los restos) en los copros colectados en 11 colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.

Se observó la presencia de peces en la dieta de lobo marino en las 11 colonias visitadas mientras que la presencia de moluscos y crustáceos solo en nueve colonias. Debido a la dificultad que presenta el identificar a los crustáceos y ciertos moluscos a partir de sus restos (pedazos de exoesqueletos y de conchas respectivamente), su importancia solo se midió a partir del porcentaje de aparición (Fig.7).

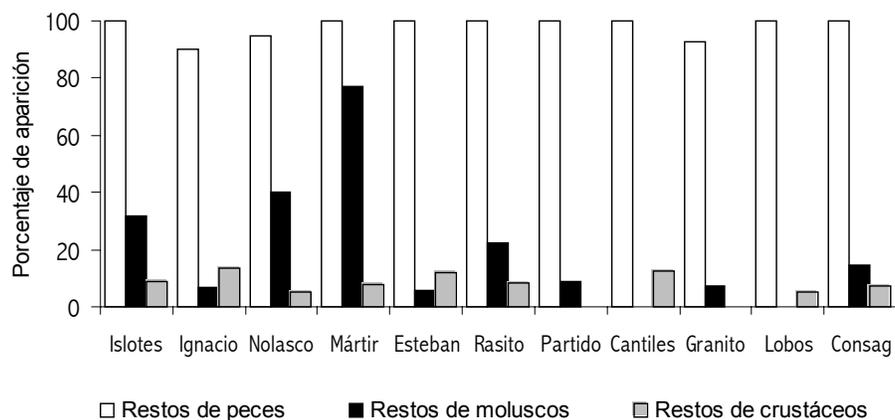


Figura 7. Importancia de peces, moluscos y crustáceos con base en el porcentaje de aparición de restos en los copros colectados en cada una de las colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California visitadas durante la temporada reproductiva del 2002.

La importancia de peces y cefalópodos pudo ser medida numéricamente debido a que son posibles de identificar a partir de estructuras duras como lo son los otolitos y los picos. En total se recuperaron 955 estructuras de las cuales 871 (91.2%) fueron otolitos y 84 (8.8%) picos de cefalópodos; del total de otolitos, 68 (7.12%) no pudieron ser identificados debido a que estaban rotos o demasiado erosionados y del total de picos, uno (0.10%) no pudo ser identificado (Fig.8). Cabe mencionar que la colonia de Isla Granito no fue considerada en los siguientes análisis debido a que no se encontraron estructuras identificables en los copros colectados.

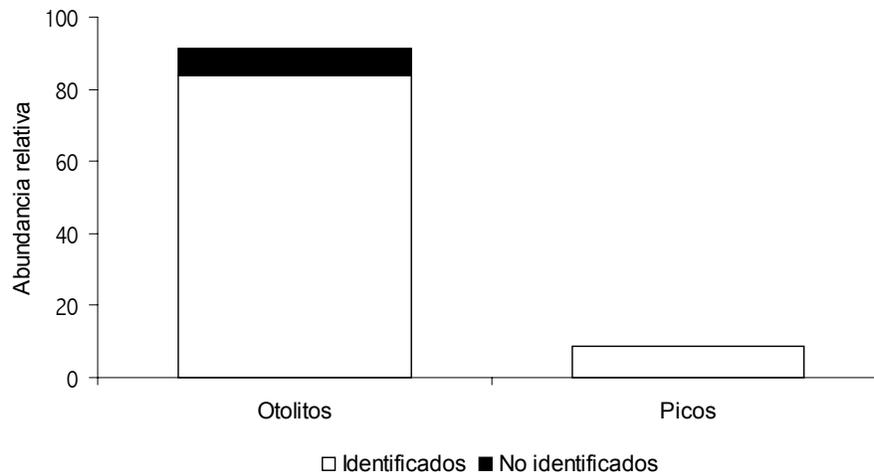


Figura 8. Importancia de peces y cefalópodos con base en el número de estructuras recuperadas en los copros colectados en 11 colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.

Por colonia, se observaron diferencias en cuanto a la presencia de peces y cefalópodos. En Los Islotes, Farallón de San Ignacio, San Pedro Nolasco, San Pedro Mártir, El Rasito y Rocas Consag se observó además de los peces, la presencia de cefalópodos en la dieta del lobo marino. De todas las colonias, San Pedro Mártir fue la mejor representada en cuanto a la abundancia de cefalópodos ya que el 44.6% de las estructuras recuperadas en los copros correspondieron a picos de cefalópodos. En el resto de las colonias la presencia de cefalópodos estuvo representada con menos del 20% con respecto a la abundancia de los peces (Fig. 9).

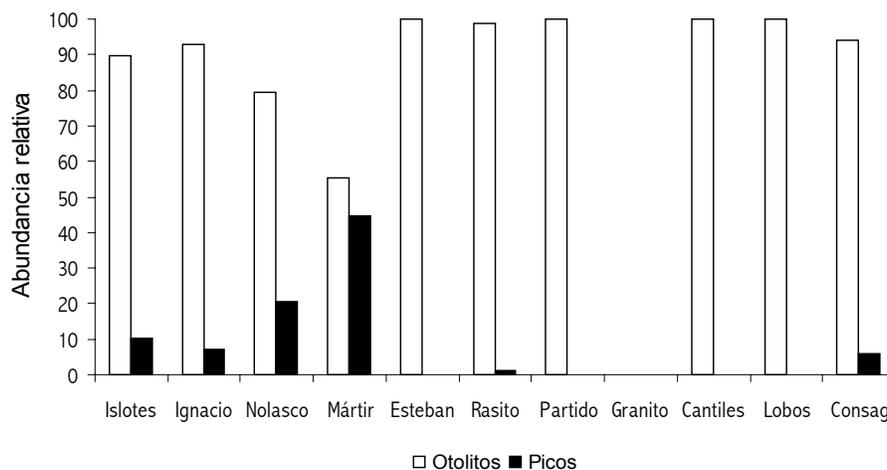


Figura 9. Importancia de peces y cefalópodos con base en el número de estructuras recuperadas en los copros colectados en cada una de las colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002. El espacio en blanco indica que no hay datos.

En total se reconocieron 58 tipos de presas diferentes (53 peces y cinco cefalópodos). Debido al desgaste de algunos otolitos, éstos no pudieron identificarse, sin embargo, se registraron como especies

independientes por las características particulares que presentaron, asignándoles una clave con las iniciales de la colonia en donde se observó el otolito por primera vez. El resto de los otolitos se identificaron a nivel de especie y en algunos casos únicamente a nivel género o familia. Todos los picos pudieron identificarse ya sea a nivel de especie o género. Se lograron identificar 31 peces (58.49%) a nivel especie pertenecientes a 19 familias, siete peces (13.21%) a nivel género de seis familias, cinco peces (9.43%) a nivel familia y 10 peces (18.87%) no identificados. Cuatro cefalópodos se identificaron a nivel especie (80%) y uno a nivel género (20%), cada uno perteneciente a diferente familia.

Las familias de peces mejor representadas fueron: Serranidae con seis especies, Ophidiidae con cuatro y Haemulidae y Sciaenidae con tres especies; las familias Carangidae, Engraulidae, Merluccidae, Paralichthyidae, Scorpaenidae, Sebastidae y Synodontidae estuvieron representadas con dos especies y el resto de las familias con una especie. La mayoría de las presas pertenecientes a estas familias resultaron ser de hábitos demersales encontrándose éstas hasta los 1000 m de profundidad y presentando tallas máximas que en promedio no rebasan los 40 cm. En menor proporción se encontraron presas de hábitos pelágicos las cuales tienden a formar cardúmenes y que se encuentran hasta los 400 m de profundidad presentando en promedio tallas máximas de 50 cm (Anexo II).

Al estimar las curvas de diversidad para cada colonia se observa que en la mayoría de las colonias (Los Islotes, Farallón de San Ignacio, San Pedro Nolasco, San Pedro Mártir, El Rasito, El Partido, Isla Lobos y Rocas Consag) la diversidad se estabilizó con números de copros relativamente bajos. En las colonias Los Cantiles y San Esteban el número de copros (menos de cinco) no permitió que los valores de diversidad se estabilizaran y por lo tanto el número de copros no fue representativo de la alimentación del lobo marino en dichas colonias (Fig.10).

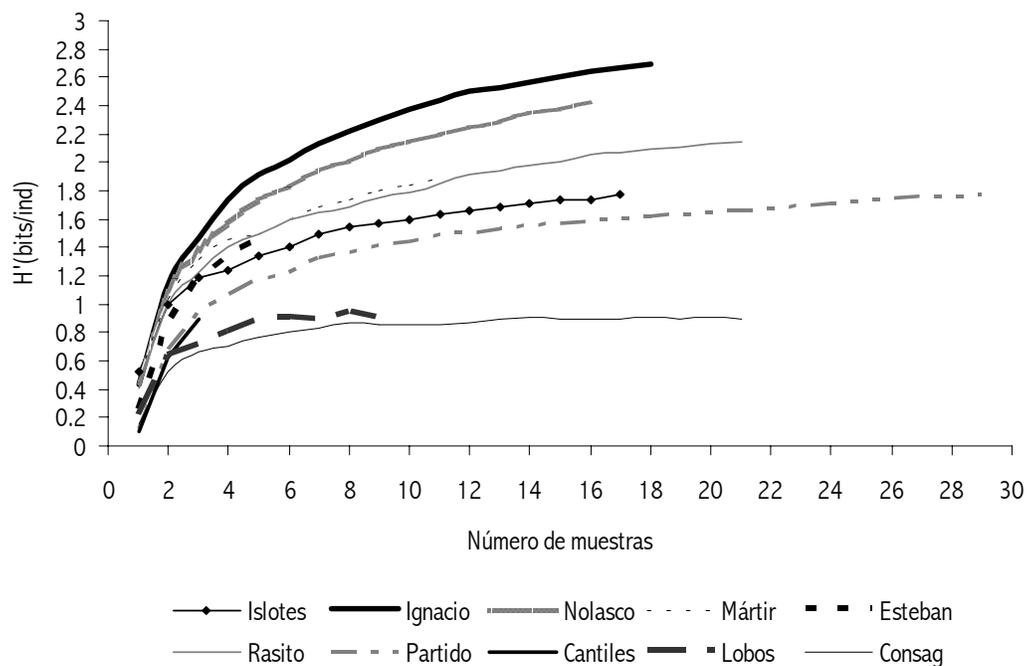


Figura 10. Curvas de diversidad de distintas colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.

Tabla II. Riqueza específica (S) y diversidad total (H') para distintas colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.

Colonias reproductoras	S	H'
Los Islotes	14	1.78
Farallón de San Ignacio	18	2.69
San Pedro Nolasco	15	2.42
San Pedro Mártir	15	1.89
San Esteban	5	1.47
El Rasito	14	2.14
El Partido	15	1.78
Los Cantiles	3	0.89
Isla Lobos	6	0.91
Rocas Consag	5	0.90

Al aplicar el Índice de Levin para determinar la amplitud trófica, se obtuvo un valor promedio de 0.40 lo cual indica, de acuerdo a este índice, que el lobo marino en la mayoría de las colonias del Golfo de California es un depredador especialista con preferencias hacia cierto tipo de presas. A diferencia del resto de las colonias, en Farallón de San Ignacio, San Pedro Nolasco y San Esteban se obtuvieron valores mayores a 0.60 indicando, según el índice, una dieta de tipo generalista (Tabla IV). Cabe destacar que San Esteban presentó el valor más alto (0.73), sin embargo es necesario tomar esto con reserva debido a que el tamaño de muestra analizado fue muy pequeño.

Tabla III. Amplitud trófica de distintas colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.

Colonias reproductoras	Índice de Levin
Los Islotes	0.25
Farallón de San Ignacio	0.66
San Pedro Nolasco	0.61
San Pedro Mártir	0.18
San Esteban	0.73
El Rasito	0.44
El Partido	0.21
Los Cantiles	0.54
Isla Lobos	0.15
Rocas Consag	0.19
Promedio	0.40

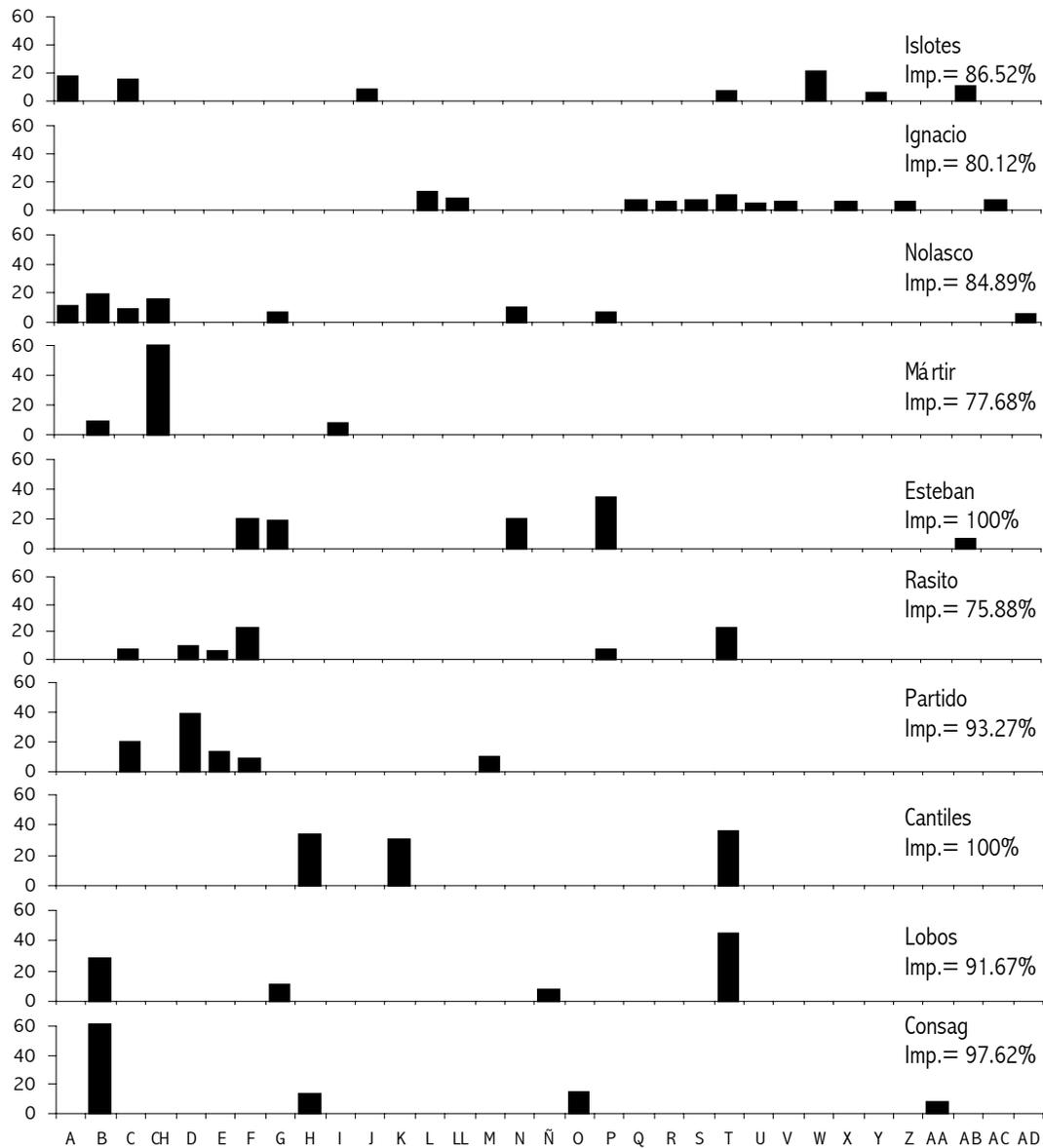
Para comparar los hábitos alimentarios del lobo marino de manera espacial se consideraron únicamente aquellas presas que presentaron o rebasaron el 5% del IIMP. Basándonos en este criterio se reconocieron 33 tipos de presas en la dieta del lobo marino durante la temporada reproductiva del 2002. Los

valores de importancia de todas las presas identificadas para cada colonia durante el periodo de estudio se muestran en la Tabla V.

Al comparar los tipos presa por colonia se encontró una variación regional. En las colonias de la parte sur del Golfo de California (Los Islotes y Farallón de San Ignacio) las presas mejor representadas fueron aquellas de hábitos demersales y bentónicos como *Serranus aequidens* (20.82%), *Abraliopsis affinis* (18.18%), *Engraulis mordax* (15.29%), *Synodus* sp.1 (11.51%), *Aulopus bajacali* (8.11%), *Porichthys* sp. (6.72%) y *Pronotogrammus eos* (5.88%) en Los Islotes. *Cynoscion parvipinnis* (12.99%), *Porichthys* sp. (10.65%), *Diplectrum pacificum* (8.33%), FSI-6C (7.41%), *Physiculus nematopus* (6.94%), Ophidiido sp. (6.48%), *Pontinus furcirhinus* (5.56%), *Selar crumenophthalmus* (5.56%), *Paralichthys californicus* (5.56%), Sciaenido sp. (5.56%) y *Roncador stearnsii* (5.1%) en Farallón de San Ignacio.

En la región central del Golfo donde se encuentran las colonias de San Pedro Nolasco, San Pedro Mártir, San Esteban, El Rasito, El Partido y Los Cantiles, se observó una predominancia por presas de hábitos pelágicos con una baja presencia de presas demersales. En San Pedro Nolasco las presas principales fueron *Cetengraulis mysticetus* (18.75%), *Leachia pacifica* (16.25%), *Abraliopsis affinis* (11.1%), *Haemulopsis leuciscus* (10.63%), *Engraulis mordax* (9.61%), Myctophido sp. (6.51%), *Merluccius angustimanus* (6.25%) y SPN-3C (5.8%). En San Pedro Mártir *Leachia* sp. (60.34%), *Cetengraulis mysticetus* (9.1%) y *Argentina sialis* (8.25%). En San Esteban *Merluccius angustimanus* (35%), *Trachurus symmetricus* (20%), *Haemulopsis leuciscus* (20%), Myctophido sp. (18.33%) y *Synodus* sp.1 (6.67%). En El Rasito *Trachurus symmetricus* (23.36%), *Porichthys* sp. (22.54%), *Sardinops sagax* (10.09%), *Merluccius angustimanus* (7.3%), *Engraulis mordax* (7.14%) y *Scomber japonicus* (5.44%). En El Partido *Sardinops sagax* (39.42%), *Engraulis mordax* (20.29%), *Scomber japonicus* (13.85%), *Haemulon* sp. (10.51%) y *Trachurus symmetricus* (9.2%). En Los Cantiles *Porichthys* sp. (36.11%), *Trichiurus lepturus* (33.33%) y *Citharichthys stigmatæus* (30.56%) fueron las presas más importantes.

En las islas ubicadas al norte de la región de las grandes islas (Isla Lobos y Rocas Consag), dominaron por igual las especies de hábitos pelágicos y bentónicos. Las presas principales en Isla Lobos fueron *Porichthys* sp. (44.44%), *Cetengraulis mysticetus* (28.7%), Myctophido sp. (11.11%) y *Lepophidium prorates* (7.41%) y en Rocas Consag *Cetengraulis mysticetus* (61.23%), *Lolliguncula panamensis* (14.29%), *Trichiurus lepturus* (13.89%) y *Symphurus* sp. (8.21%) (Fig. 11).



A) <i>Abraliopsis affinis</i>	P	K) <i>Githarichthys stigmaeus</i>	D	T) <i>Porichthys</i> sp.	D
B) <i>Cetengraulis mysticetus</i>	P	L) <i>Cynoscion parvipinnis</i>	D	U) <i>Roncador stearnsii</i>	D
C) <i>Engraulis mordax</i>	P	LL) <i>Diplectrum pacificum</i>	D	V) <i>Sciaenido</i> sp.	D
CH) <i>Leachia</i> sp.	P	M) <i>Haemulon</i> sp.	D	W) <i>Serranus aequidens</i>	D
D) <i>Sardinops sagax</i>	P	N) <i>Haemulopsis leuciscus</i>	D	X) <i>Pontinus furcirhinus</i>	BD
E) <i>Scomber japonicus</i>	P	Ñ) <i>Lepophidium prorates</i>	D	Y) <i>Pronotogrammus eos</i>	BD
F) <i>Trachurus symmetricus</i>	P	O) <i>Lolliguncula</i> sp.	D	Z) <i>Selar crumenophthalmus</i>	A
G) <i>Myctophido</i> sp.	MP	P) <i>Merluccius angustimanus</i>	D	AA) <i>Symphurus</i> sp.	B
H) <i>Trichiurus lepturus</i>	BP	Q) <i>Ophidiido</i> sp.	D	AB) <i>Synodus</i> sp.1	B
I) <i>Argentina sialis</i>	D	R) <i>Paralichthys californicus</i>	D	AC) FSI-6C	NI
J) <i>Aulopus bajacali</i>	D	S) <i>Physiculus nematopus</i>	D	AD) SPN-3C	NI

Figura 11. Importancia (en porcentaje) de las principales presas de las colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002 (P = pelágico; MP = mesopelágico; BP = bentopelágico; D = demersal; BD = batidemersal; A = arrecifal; B = bentónico; NI = no identificado).

Tomando en cuenta los valores obtenidos a partir del índice de importancia de todas las presas, se encontró que existe una mayor similitud de presas entre colonias más cercanas. De manera general se obtuvo la formación de dos grandes grupos de colonias, las que se encuentran al sur de las grandes islas (Los Islotes, El Rasito, El Partido, Farallón de San Ignacio, San Pedro Nolasco, San Pedro Mártir y San Esteban) y las que se encuentran al norte de dicha región (Los Cantiles, Isla Lobos y Rocas Consag). Sin embargo, a un segundo corte se logran identificar tres grupos de colonias más cuatro entidades aisladas (Los Islotes, Farallón de San Ignacio, San Esteban y Rocas Consag): el primero formado por El Rasito y El Partido, el segundo grupo formado por San Pedro Nolasco y San Pedro Mártir y el tercer grupo formado por Los Cantiles e Isla Lobos. Dichos grupos aparentemente nos estarían indicando diferentes zonas de alimentación (Fig. 12).

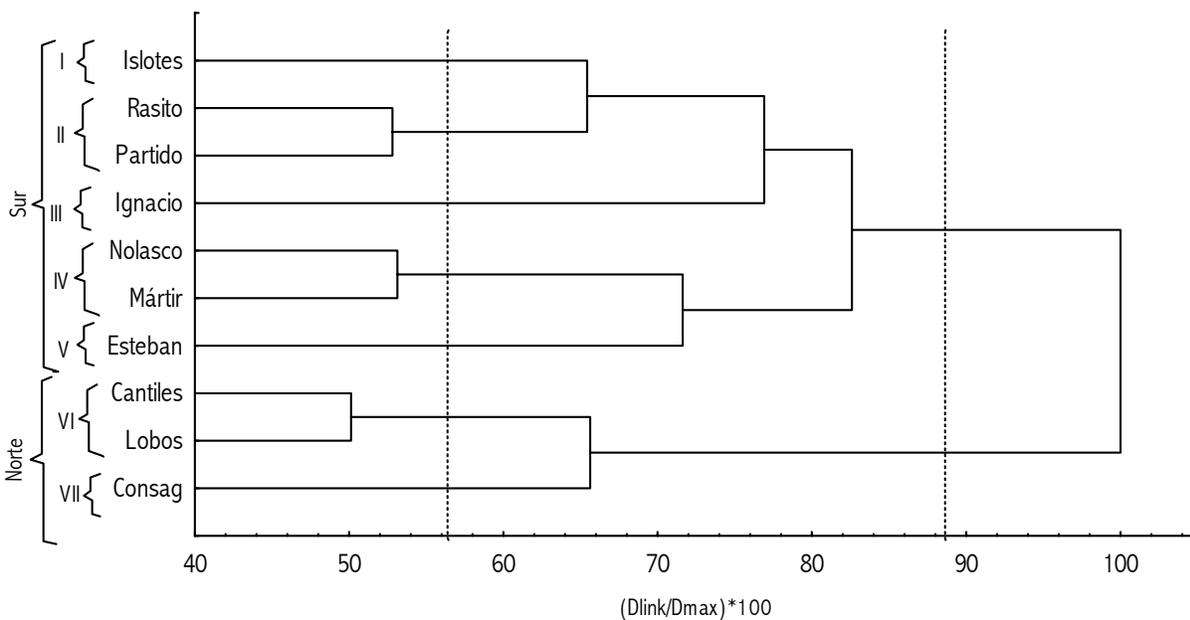


Figura 12. Clasificación de las colonias reproductoras de lobo marino en el Golfo de California de acuerdo a la similitud de sus presas. Las líneas punteadas representan el nivel de corte para delimitar los grupos.

A partir del Índice de Morisita-Horn se determinó si las colonias presentan un grado de superposición trófica entre ellas. En la mayoría de las colonias no se presentó ($\mathcal{C} < 0.29$), sin embargo, en algunas de ellas (San Pedro Nolasco-Los Islotes; El Rasito-Farallón de San Ignacio, San Pedro Nolasco, San Esteban; El Partido-Los Islotes, San Pedro Nolasco, El Rasito; Isla Lobos-Farallón de San Ignacio, El Rasito) se obtuvieron valores entre 0.30 y 0.65 indicando una superposición trófica baja (Tabla VI). Al relacionar los valores de \mathcal{C} con la distancia entre el mismo par de colonias, se obtuvo que no hay correlación entre ambas variables (correlación de Pearson; $r = -0.083$; 43 g.l.; $p > 0.05$).

Tabla IV. Grado de superposición trófica entre colonias de lobo marino (arriba) y la distancia (expresada en km) entre las mismas (abajo). El color gris claro indica que no existe una superposición trófica entre colonias y el gris oscuro indica una superposición baja.

	Islotes	Ignacio	Nolasco	Martir	Esteban	Rasito	Partido	Cantiles	Lobos	Consag
Islotes		0.08	0.52	0.03	0.01	0.46	0.49	0.00	0.02	0
Ignacio	137		0.18	0.00	0.02	0.31	0.07	0.11	0.39	0
Nolasco	388	345		0.22	0.22	0.60	0.33	0.04	0.21	0.19
Martir	464	439	104		0.04	0.08	0.06	0.09	0.01	0.03
Esteban	510	479	144	40.2		0.31	0.02	0	0.04	0
Rasito	541	523	188	84.8	41.4		0.55	0.10	0.38	0
Partido	549	529	194	91.4	48.1	7.6		0.06	0.04	0.01
Cantiles	632	609	272	171	122	92	83.5		0.25	0.03
Lobos	738	717	384	282	239	196	189	114		0.18
Consag	823	799	461	364	319	303	296	196	110	

Con el fin de eliminar a aquellas especies que no pudieron ser identificadas (las cuales en su mayoría no rebasaban el 5% del IIMP) y por lo tanto su nivel trófico asignado es menos preciso (Tabla VII), el nivel trófico de cada colonia se determinó a partir de las presas que presentaron o rebasaron el 5% del IIMP. Tomando en cuenta este criterio, se tiene un nivel trófico asignado en promedio de todas las colonias de 3.95, sin embargo, si tomamos el nivel trófico de cada colonia a partir de sus presas se obtiene un intervalo entre 3.54 y 4.95 (Tabla VIII).

En cuanto al Índice de Omnivoría se obtuvo en promedio un valor de 0.19 indicando de manera general que el lobo marino de California se alimenta de presas de distintos niveles tróficos. De manera particular, se puede observar que en San Pedro Mártir y en San Pedro Nolasco los valores cercanos a cero sugieren que en dichas colonias, la mayoría de las presas consumidas fueron del mismo nivel trófico, mientras que en Rocas Consag (0.61), donde se presentó el valor más alto, fue mayor el consumo de presas de diferentes niveles tróficos. El resto de las colonias presentaron valores similares (0.12 - 0.21) (Tabla VIII).

Tabla V. Nivel trófico asignado y grado de omnivoría de distintas colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.

Colonias reproductoras	Nivel trófico	Índice de Omnivoría
Los Islotes	3.93	0.21
Farallón de San Ignacio	4.04	0.17
San Pedro Nolasco	3.59	0.05
San Pedro Mártir	3.43	0.04
San Esteban	4.39	0.15
El Rasito	3.54	0.16
El Partido	3.66	0.19
Los Cantiles	4.95	0.12
Isla Lobos	3.99	0.20
Rocas Consag	4.07	0.61
Promedio	3.95	0.19

Análisis de isótopos estables

En la temporada reproductiva del 2002 se obtuvieron 108 muestras de pelo de cría de lobo marino, abarcando un total de 11 colonias reproductoras. Para la temporada del 2000 se contó con información de siete colonias con un total de 70 muestras. En abril del 2003 se lograron obtener ocho muestras de pelo de hembras adultas y dos de crías de nueve meses de edad. Este último muestreo se realizó con el fin de determinar la fracción isotópica entre las hembras adultas y sus crías durante la etapa de lactancia. El análisis de las razones isotópicas ($\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$) de todas las muestras de pelo se muestra en la Tabla IX.

Tabla VI. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ (promedio \pm desviación estándar en ‰) de las muestras de pelo de crías y hembras adultas de lobo marino para diferentes temporadas en diferentes colonias reproductoras del Golfo de California.

Colonias reproductoras	Fecha de colecta		Número de muestras	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$
Verano 2000					
Los Islotes	16-25 julio	Crías	10	20.91 ± 0.62	-15.11 ± 0.53
San Pedro Mártir	16-25 julio	Crías	10	20.47 ± 0.40	-14.25 ± 0.20
San Esteban	16-25 julio	Crías	8	20.61 ± 0.22	-14.40 ± 0.47
El Partido	16-25 julio	Crías	11	20.40 ± 0.52	-14.54 ± 0.46
Los Machos	16-25 julio	Crías	10	20.08 ± 0.34	-14.58 ± 0.13
Los Cantiles	16-25 julio	Crías	12	21.64 ± 0.38	-15.28 ± 0.36
Isla Granito	16-25 julio	Crías	9	21.56 ± 0.34	-15.09 ± 0.37
Verano 2002					
Los Islotes	15 julio	Crías	10	21.52 ± 0.32	-15.44 ± 0.30
Farallón de San Ignacio	16 julio	Crías	10	21.63 ± 0.22	-14.20 ± 0.46
San Pedro Nolasco	18 julio	Crías	10	21.32 ± 0.44	-14.02 ± 0.24
San Pedro Mártir	19 julio	Crías	10	20.56 ± 0.44	-14.36 ± 0.48
San Esteban	20 julio	Crías	10	20.76 ± 0.45	-14.49 ± 0.46
El Rasito	21 julio	Crías	10	20.18 ± 0.43	-14.61 ± 0.17
El Partido	22 julio	Crías	10	20.74 ± 0.52	-13.96 ± 0.39
Los Cantiles	23 julio	Crías	9	21.25 ± 0.62	-15.33 ± 0.47
Isla Granito	23 julio	Crías	10	21.29 ± 0.46	-14.65 ± 0.32
Isla Lobos	24 julio	Crías	10	21.46 ± 0.28	-14.75 ± 0.35
Rocas Consag	26 julio	Crías	9	22.39 ± 0.51	-14.09 ± 0.46
Primavera 2003					
Los Islotes	abril	Hembras adultas	8	19.41 ± 0.23	-14.61 ± 0.14
		Crías	2	20.54 ± 0.23	-14.63 ± 0.14
TOTAL			188		

* Valores extremos incluidos.

Todas las crías capturadas tanto en la temporada reproductiva del 2000 y del 2002 fueron medidas para estandarizar el muestreo. Las tallas de las crías a lo largo del Golfo fueron similares durante las dos temporadas. La longitud estándar promedio de las crías para la temporada del 2000 varió de 79.27 a 85.46 cm en las diferentes colonias reproductoras (promedio = 82.47 ± 5.55 cm; $n = 70$) y para el 2002 el rango de variación fue de 77.9 a 84.5 cm (promedio = 81.80 ± 5.33 cm; $n = 106$). No se encontraron diferencias significativas entre la longitud estándar de las crías de las diferentes colonias para ninguno de los dos años de muestreo (ANOVA: $F_{6,63} = 2.23$, $p > 0.05$ y $F_{10,95} = 0.99$, $p > 0.05$ respectivamente)(Fig. 13).

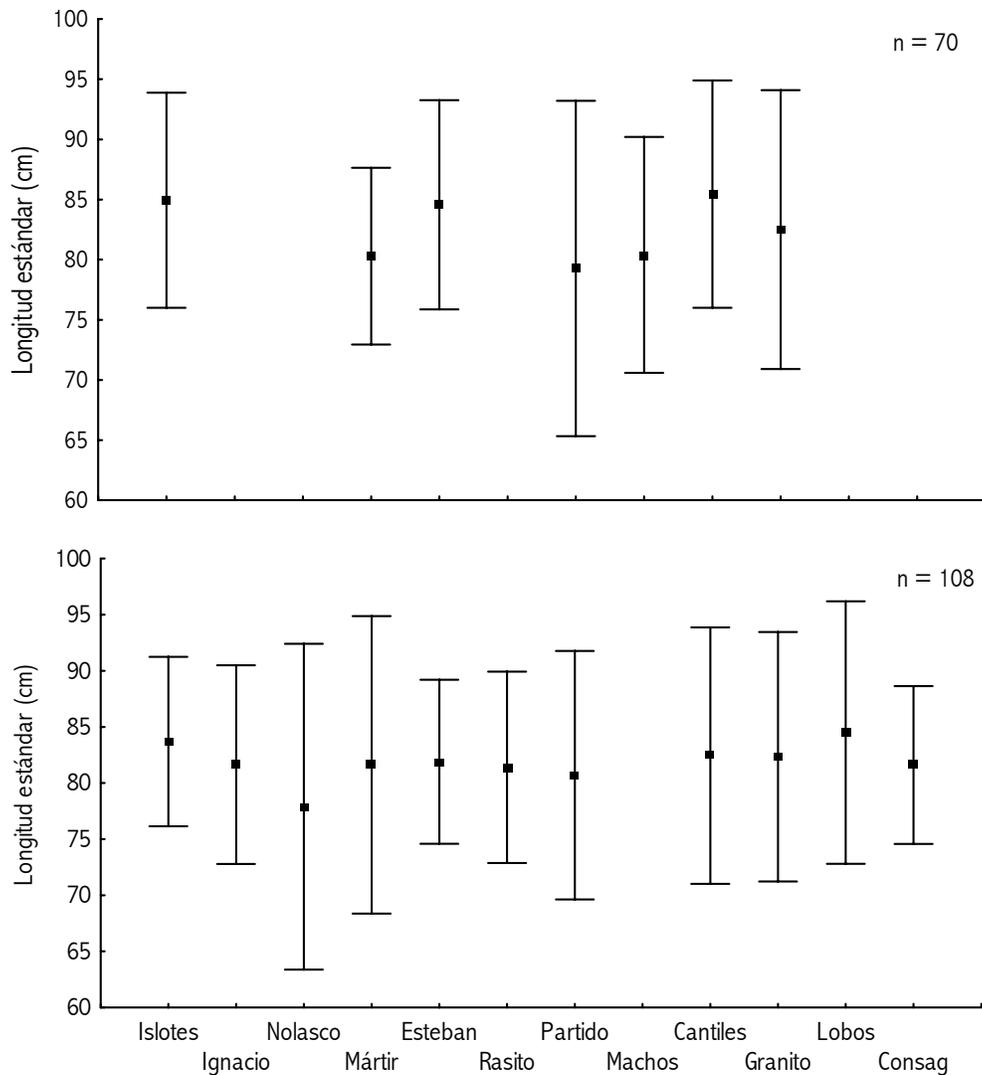


Figura 13. Longitud estándar (promedio \pm desviación estándar) de crías de lobo marino capturadas durante la temporada reproductiva del 2000 (arriba) y del 2002 (abajo) en diferentes colonias reproductoras del Golfo de California. Los espacios en blanco indican que no hay datos.

Se compararon los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ de lobos marinos de diferentes categorías de edad únicamente en la colonia de Los Islotes ubicada en la Bahía de La Paz, B.C.S (Fig.14). La comparación entre la señal isotópica de nitrógeno y carbono de hembras lactantes y crías se realizó solo con las muestras de pelo de crías de aproximadamente dos meses. Se encontraron diferencias significativas en los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ para los dos grupos de edad. La diferencia promedio de $\delta^{15}\text{N}$ entre las crías y las hembras fue de $2.11 \pm 0.09\text{‰}$ (prueba t-student: $t_{16} = -15.81$, $p < 0.001$) y para el $\delta^{13}\text{C}$ fue de $0.83 \pm 0.16\text{‰}$ (prueba t-student: $t_{16} = 7.23$, $p < 0.001$) (Fig.15). Esta fraccionación isotópica entre crías y hembras resultó ser consistente por lo que es factible monitorear los crías para estimar la dieta de las hembras.

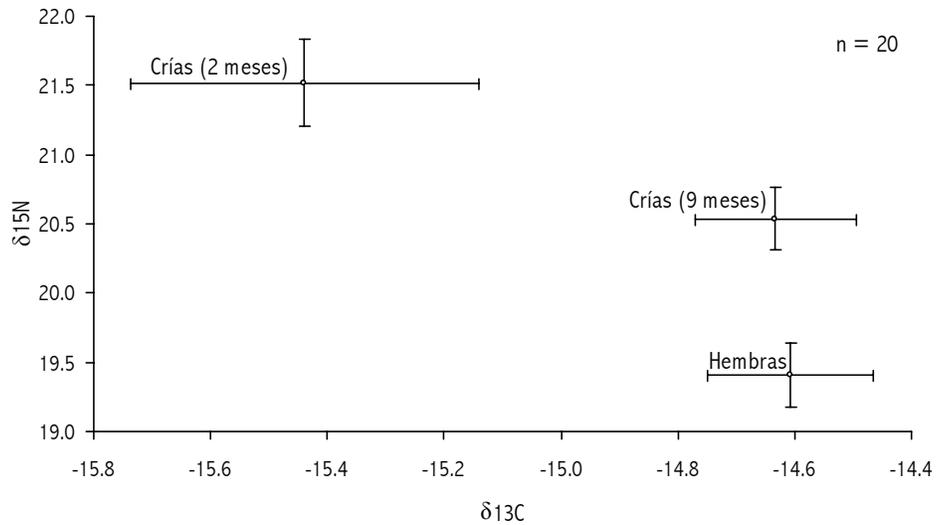


Figura 14. Valores de $\delta^{15}N$ y $\delta^{13}C$ (promedio \pm desviación estándar en ‰) medidos en pelo de lobos marinos de diferentes categorías de edad de la colonia Los Islotes, B.C.S.

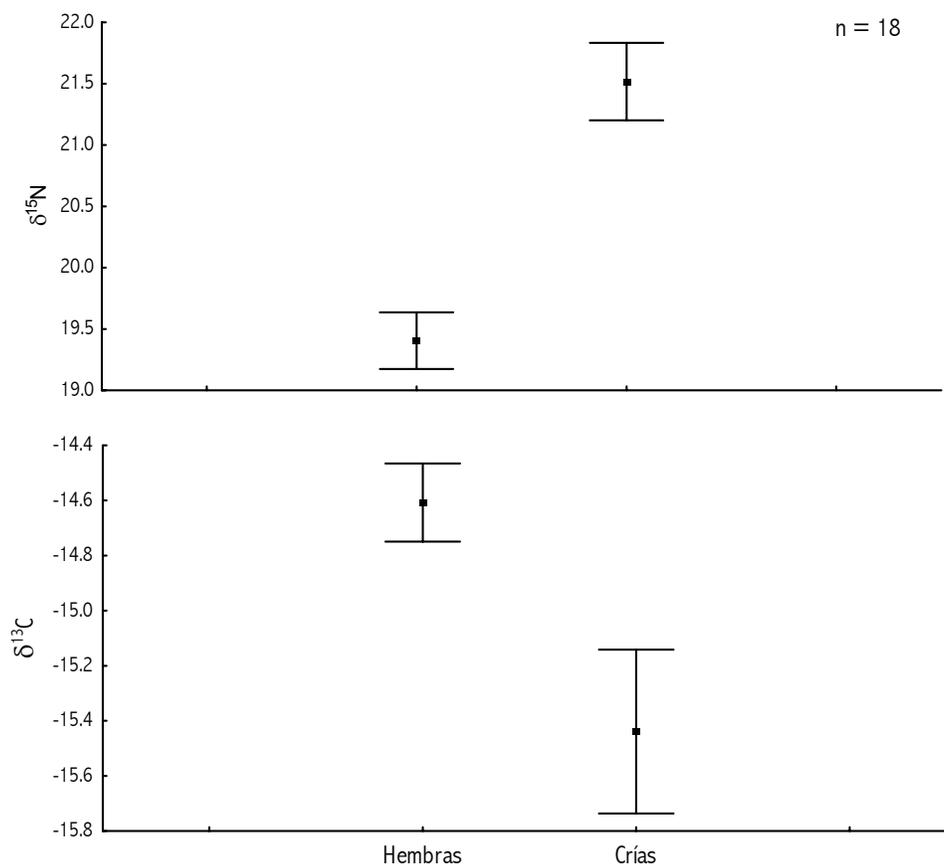


Figura 15. Valores de $\delta^{15}N$ y $\delta^{13}C$ (promedio \pm desviación estándar en ‰) medidos en pelo de hembras y de crías de lobo marino durante los primeros meses de lactancia en la colonia Los Islotes, B.C.S.

Al comparar los valores $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ (eliminando los valores extremos) de pelo de crías de lobo marino de las siete colonias visitadas durante la temporada reproductiva del 2000, se observaron diferencias significativas en al menos una colonia tanto para el isótopo de nitrógeno (ANOVA: $F_{6,62} = 19.5$, $p < 0.001$) como para el de carbono (ANOVA: $F_{6,59} = 17.01$, $p < 0.001$) (Fig.16).

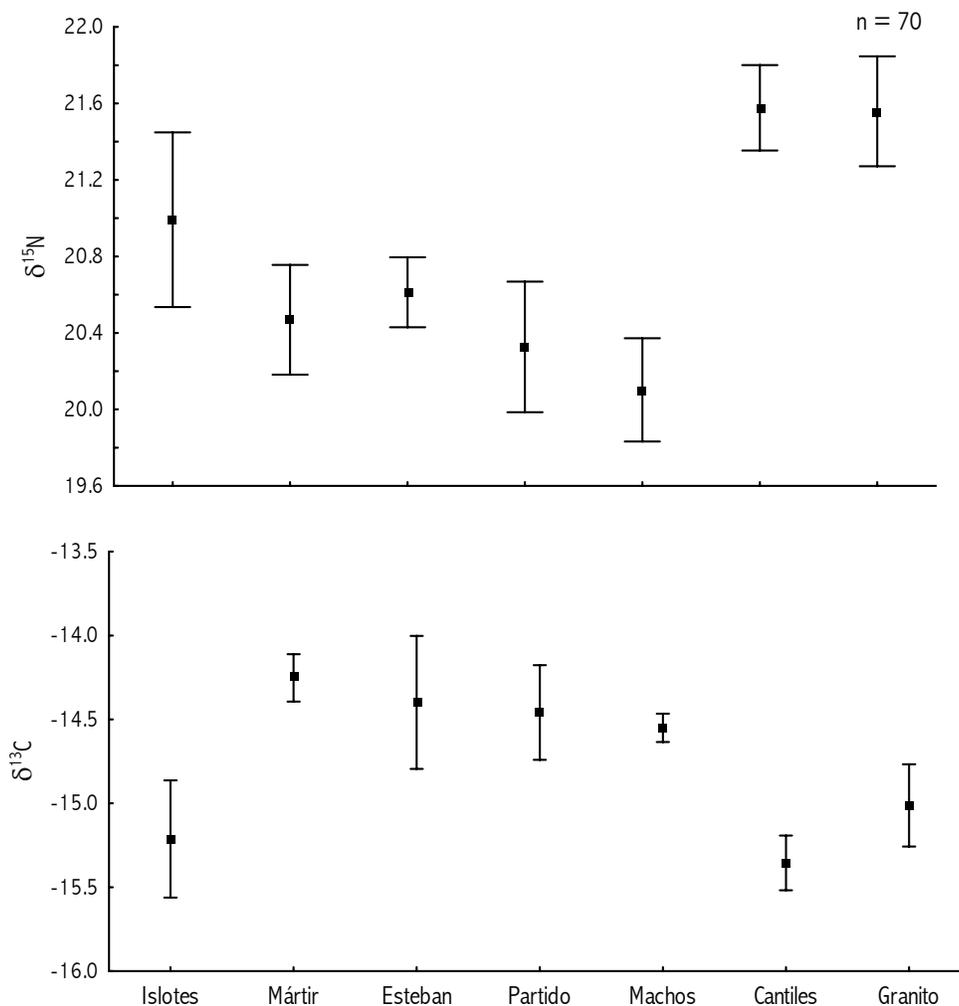


Figura 16. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ (promedio \pm desviación estándar en ‰) medidos en pelo de crías de lobo marino en siete colonias reproductoras del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2000.

Al realizar la prueba de Tukey se obtuvo que las colonias Los Cantiles e Isla Granito presentaron diferencias significativas con el resto de las colonias en $\delta^{15}\text{N}$, presentando dichas colonias los valores promedio más altos ($21.56 \pm 0.34\text{‰}$ y $21.64 \pm 0.38\text{‰}$ respectivamente); Los Islotes ($20.91 \pm 0.62\text{‰}$) presentó además diferencias con la colonia Los Machos ($20.10 \pm 0.34\text{‰}$). En $\delta^{13}\text{C}$ las mismas colonias presentan diferencias con todas las colonias excepto con Los Islotes, sin embargo, en este caso presentaron los valores más bajos junto con Los Islotes ($-15.09 \pm 0.37\text{‰}$, $-15.36 \pm 0.24\text{‰}$ y $-15.21 \pm 0.45\text{‰}$ respectivamente) con respecto al resto de las colonias (Tabla X). De esta manera, se podrían establecer dos

grupos de colonias tomando en cuenta los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$: el primero formado por colonias ubicadas en la parte norte de la región de las grandes islas (Los Cantiles e Isla Granito) y un segundo grupo formado por colonias que se encuentran al sur de la región de las grandes islas (San Pedro Mártir, San Esteban, El Partido y Los Machos); la colonia de Los Islotes quedaría separada de ambos grupos. En cuanto a la variación isotópica se encontró que en Los Islotes y El Partido se presentó la mayor variación de $\delta^{15}\text{N}$ a diferencia de San Esteban; para el resto de las colonias la variación fue muy similar. Con respecto al $\delta^{13}\text{C}$, Los Islotes y El Partido presentaron la mayor variación junto con San Esteban mientras que Los Machos y San Pedro Mártir la menor.

Tabla VII. Diferencias en $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ entre colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2000 (prueba de Tukey). Las colonias con diferencias significativas ($p < 0.05$) están marcadas en negritas.

Colonias	1	2	3	4	5	6	7
	20.91	20.47	20.61	20.40	20.10	21.64	21.56
1 Islotes							
2 Mártir	0.270						
3 Esteban	0.776	0.992					
4 Partido	0.118	1.000	0.939				
5 Machos	0.001	0.400	0.135	0.596			
6 Cantiles	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000		
7 Granito	0.032	0.000	0.001	0.000	0.000	1.000	
Colonias	1	2	3	4	5	6	7
	-15.21	-14.25	-14.40	-14.46	-14.55	-15.36	-15.09
1 Islotes							
2 Mártir	0.000						
3 Esteban	0.000	0.969					
4 Partido	0.000	0.816	1.000				
5 Machos	0.002	0.476	0.968	0.997			
6 Cantiles	0.964	0.000	0.000	0.000	0.000		
7 Granito	0.989	0.000	0.002	0.003	0.019	0.602	

Con respecto a los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ de las colonias visitadas durante la temporada reproductiva del 2002, se obtuvieron diferencias significativas en al menos una de las colonias tanto para $\delta^{15}\text{N}$ (ANOVA: $F_{10,97} = 18.44$, $p < 0.001$) como para $\delta^{13}\text{C}$ (ANOVA: $F_{10,97} = 16.1$, $p < 0.001$) (Fig. 17). Según la prueba de Tukey el valor de $\delta^{15}\text{N}$ en Rocas Consag fue significativamente distinto del resto de las colonias presentando el valor promedio más elevado ($22.39 \pm 0.51\text{‰}$). Con respecto a las colonias restantes, no se observaron diferencias significativas entre las colonias de la parte sur del Golfo de California (Los Islotes, Farallón de San Ignacio y San Pedro Nolasco) y las colonias de la parte norte de la región de las grandes islas (Los Cantiles, Isla Granito e Isla Lobos); los valores promedios de este grupo de colonias presentó un rango de variación de $21.25 \pm 0.62\text{‰}$ a $21.63 \pm 0.22\text{‰}$. En las de San Pedro Mártir, San Esteban, El Rasito y El Partido, se presentaron los valores promedios más bajos con un rango de variación de $20.18 \pm 0.43\text{‰}$ a $20.76 \pm 0.45\text{‰}$; no se observaron diferencias significativas entre estas colonias. El $\delta^{13}\text{C}$ de Los Islotes y Los Cantiles fueron los valores promedio más bajos ($-15.44 \pm 0.30\text{‰}$ y $-15.33 \pm 0.47\text{‰}$ respectivamente) mientras que Farallón de San Ignacio, San Pedro Nolasco, El Partido y Rocas Consag presentaron los valores promedio más altos variando de $-14.2 \pm 0.46\text{‰}$ a $-13.96 \pm 0.39\text{‰}$. El resto de las colonias presentó un rango de variación entre $-14.75 \pm 0.35\text{‰}$ y $-14.36 \pm 0.48\text{‰}$ (Tabla XI).

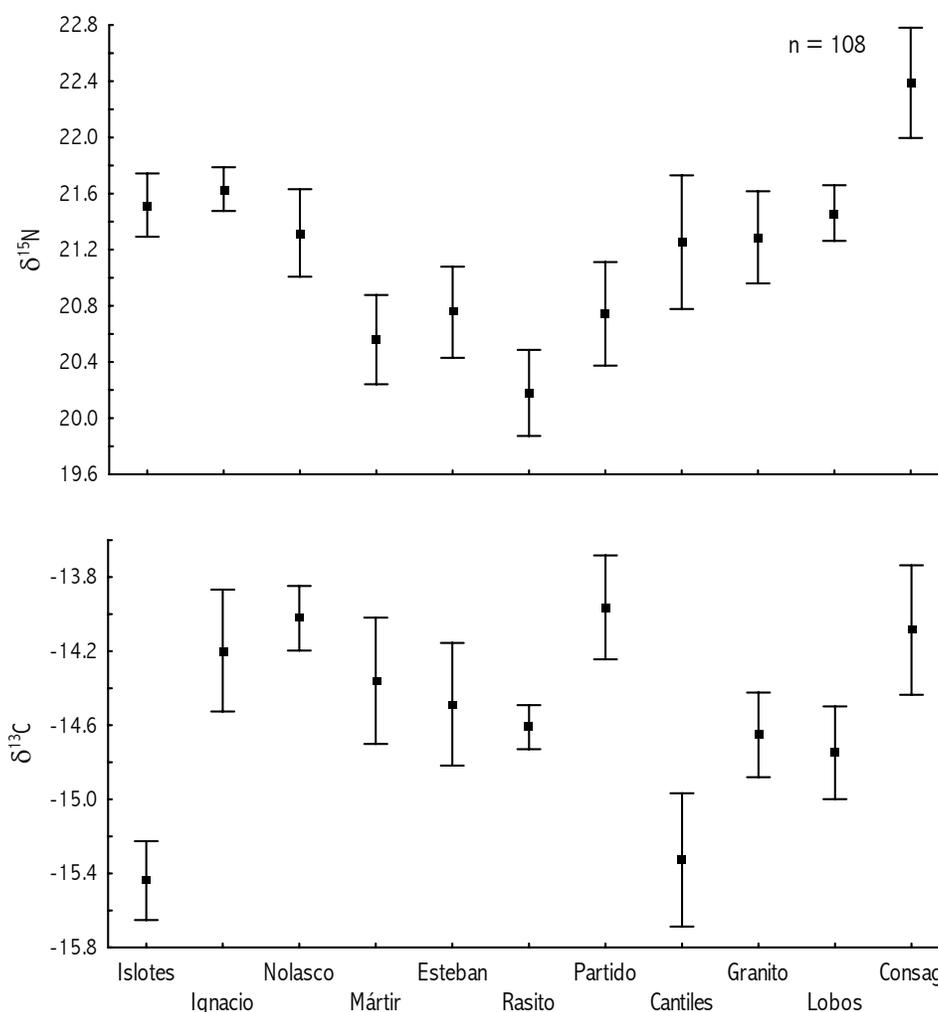


Figura 17. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ (promedio \pm desviación estándar en ‰) medidos en pelo de crías de lobo marino en 11 colonias reproductoras del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.

Tabla VIII. Diferencias en $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ entre colonias reproductoras de lobo marino durante la temporada reproductiva del 2002 (prueba de Tukey). Las colonias con diferencias significativas ($p < 0.05$) están marcadas en negritas.

Colonia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	21.52	21.63	21.32	20.56	20.76	20.18	20.74	21.25	21.29	21.46	22.39
2	1.000										
3	0.995	0.878									
4	0.000	0.000	0.008								
5	0.008	0.001	0.140	0.995							
6	0.000	0.000	0.000	0.686	0.123						
7	0.006	0.001	0.122	0.997	1.000	0.142					
8	0.963	0.724	1.000	0.031	0.324	0.000	0.291				
9	0.984	0.800	1.000	0.013	0.199	0.000	0.175	1.000			
10	1.000	0.999	1.000	0.001	0.019	0.000	0.016	0.994	0.998		
11	0.002	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	

Tabla VIII. Continuación.

Colonia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	-15.44	-14.20	-14.02	-14.36	-14.49	-14.61	-13.96	-15.33	-14.65	-14.75	-14.09
1 Islotes											
2 Ignacio	0.000										
3 Nolasco	0.000	0.995									
4 Mártir	0.000	0.997	0.673								
5 Esteban	0.000	0.838	0.213	1.000							
6 Rasito	0.000	0.371	0.035	0.928	1.000						
7 Partido	0.000	0.955	1.000	0.437	0.097	0.012					
8 Cantiles	1.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.005	0.000				
9 Granito	0.001	0.239	0.017	0.832	0.997	1.000	0.006	0.010			
10 Lobos	0.005	0.063	0.003	0.465	0.907	0.999	0.001	0.053	1.000		
11 Consag	0.000	1.000	1.000	0.897	0.459	0.115	1.000	0.000	0.063	0.012	

Al comparar los valores isotópicos en pelo de crías las colonias que se visitaron durante las dos temporadas reproductivas (2000 y 2002) (Fig.18), se observan diferencias significativas tanto para $\delta^{15}\text{N}$ (ANOVA: $F_{5,106} = 3.3$, $p < 0.05$) como para $\delta^{13}\text{C}$ (ANOVA: $F_{5,104} = 3$, $p < 0.05$) entre algunas de las colonias. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre años para cada colonia (Tabla XII).

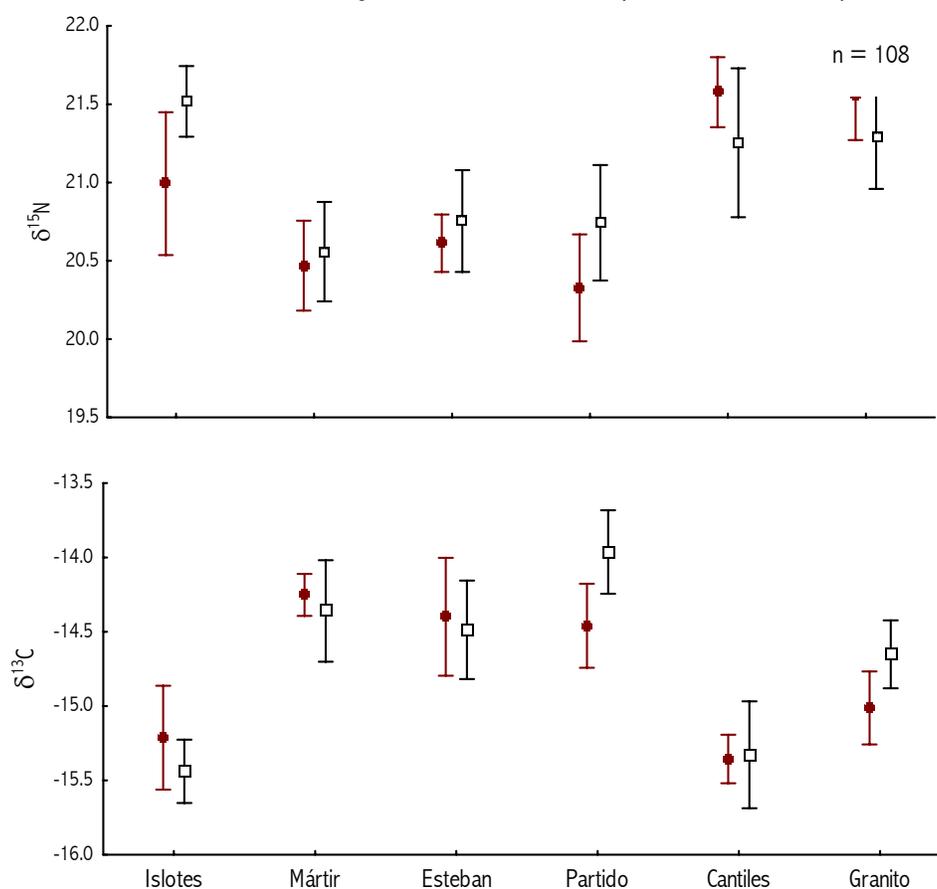


Figura 18. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ (promedio \pm desviación estándar en ‰) medidos en pelo de crías de lobo marino en seis colonias reproductoras del Golfo de California durante las temporadas reproductivas del 2000 (circulo rojo) y del 2002 (cuadro negro).

Tabla IX. Diferencias en $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ entre colonias reproductoras de lobo marino durante la temporada reproductiva del 2000 y del 2002 (prueba de Tukey). Las colonias con diferencias significativas ($p < 0.05$) están marcadas en negritas.

Colonias	Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		20.91	21.52	20.47	20.56	20.61	20.76	20.40	20.74	21.64	21.25	21.56	21.29	
1	Islotes	2000												
2	Islotes	2002	0.127											
3	Mártir	2000	0.600	0.000										
4	Mártir	2002	0.867	0.001	1.000									
5	Esteban	2000	0.970	0.004	1.000	1.000								
6	Esteban	2002	1.000	0.016	0.962	0.998	1.000							
7	Partido	2000	0.342	0.000	1.000	1.000	0.998	0.836						
8	Partido	2002	1.000	0.013	0.972	0.999	1.000	1.000	0.864					
9	Cantiles	2000	0.016	1.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001				
10	Cantiles	2002	0.885	0.983	0.016	0.056	0.163	0.434	0.004	0.398	0.760			
11	Granito	2000	0.121	1.000	0.000	0.001	0.004	0.017	0.000	0.014	1.000	0.966		
12	Granito	2002	0.776	0.993	0.006	0.026	0.093	0.289	0.001	0.259	0.829	1.000	0.984	
			-15.21	-15.44	-14.25	-14.36	-14.4	-14.49	-14.46	-13.96	-15.36	-15.33	-15.09	-14.65
1	Islotes	2000												
2	Islotes	2002	0.980											
3	Mártir	2000	0.000	0.000										
4	Mártir	2002	0.000	0.000	1.000									
5	Esteban	2000	0.002	0.000	1.000	1.000								
6	Esteban	2002	0.005	0.000	0.968	1.000	1.000							
7	Partido	2000	0.003	0.000	0.988	1.000	1.000	1.000						
8	Partido	2002	0.000	0.000	0.877	0.486	0.430	0.114	0.167					
9	Cantiles	2000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				
10	Cantiles	2002	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	1.000			
11	Granito	2000	1.000	0.725	0.001	0.004	0.017	0.040	0.025	0.000	0.934	0.979		
12	Granito	2002	0.082	0.001	0.471	0.868	0.964	0.998	0.993	0.007	0.004	0.012	0.357	

Al relacionar los niveles tróficos (TL) de todas las colonias muestreadas durante la temporada reproductiva del 2002 (excepto Isla Granito) con las razones isotópicas de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) de cada una de ellas, no se obtuvo una correlación (correlación de Pearson: $r = 0.34$, 8 g.l., $p > 0.05$). Al eliminar las colonias que presentaron un bajo número de muestras (San Esteban y Los Cantiles) y que por lo tanto su nivel trófico calculado fue menos preciso, se obtuvo una correlación significativa para las dos variables (correlación de Pearson: $r = 0.85$, 6 g.l., $p < 0.05$) (Fig.19).

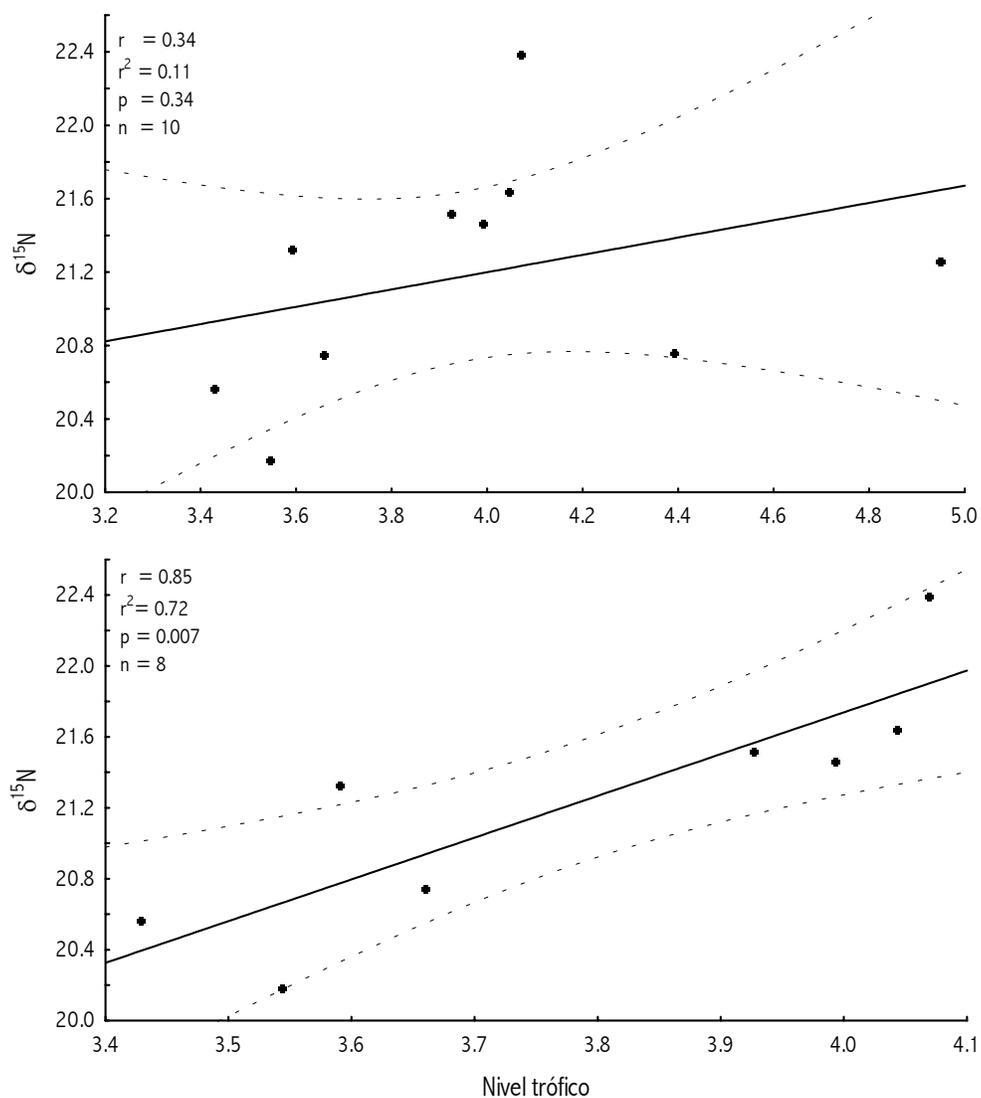


Figura 19. Relación entre el $\delta^{15}\text{N}$ medido en pelo de crías lobo marino y el nivel trófico calculado a partir de las presas en 10 (arriba) y en ocho (abajo) colonias reproductoras del Golfo de California. Las líneas punteadas indican el 95% de intervalo de confianza.

VIII.- DISCUSIÓN

Estructura y tamaño de las colonias

El tamaño de la población reportado en este estudio para ocho colonias reproductoras de lobo marino fue de 4517 animales, donde las colonias de la parte norte del Golfo de California aportaron la mayor parte de la abundancia total. Si comparamos el tamaño poblacional de algunas de las colonias con datos anteriores, se puede observar que el número de animales se ha mantenido de manera general (Tabla XIII).

De acuerdo con Auriolos-Gamboa y Zavala (1994), la mayor concentración de lobos marinos en la región norte del Golfo de California se asocia no tanto a el espacio insular disponible sino a la distribución y abundancia de los cardúmenes de peces pelágicos en dicha región como consecuencia de las altas concentraciones de nutrientes que ahí se generan (Álvarez-Borrego, 1983; Auriolos-Gamboa, 1988).

Tabla X. Tamaño poblacional de las colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California.

Colonia reproductora	¹ Auriolos y Zavala (1994)	² García-Rodríguez (1999)	¹ Presente estudio
Región norte			
Rocas Consag	421		600
Isla San Jorge	3413		
Isla Lobos	3117	1746 ± 349	1250
Isla Granito	1662	666 ± 281	553
Los Cantiles	1310	710 ± 103	773
Los Machos	1507	646 ± 198	
El Rasito	430	192 ± 52	244
San Esteban	5236	3790 ± 961	
El Partido			487
Región central			
Los Islotes	291		265
San Pedro Nolasco	1193		
San Pedro Mártir	1843	1139 ± 278	
Región sur			
Farallón de San Ignacio	534		345

¹Tamaño poblacional obtenido a partir de un solo censo en una temporada (verano).

²Tamaño poblacional promedio obtenido a partir de cuatro censos en diferentes temporadas (verano e invierno).

*Regionalización de acuerdo a criterios ictiológicos: 1) región norte que se extiende desde el delta del río Colorado hasta una línea que conecta la punta de San Francisquito, Baja California con Bahía Kino, Sonora; 2) la región central que se extiende desde esta misma línea hasta otra que une la Bahía de La Paz, Baja California Sur con la Bahía de Guaymas, Sonora; y 3) región sur que se extiende desde la línea anterior hasta el límite sur del Golfo de California (Walker, 1960).

Por otro lado, la mayor abundancia del lobo marino en el Golfo de California se registra en verano durante la temporada reproductiva, debido a que las hembras incrementan su abundancia al llegar a las islas a parir y se incorpora una nueva generación de crías (Auriolos y Zavala, 1994). Por ello, durante la temporada de reproducción la categoría más numerosa es la de hembras como se pudo observar en todas las colonias visitadas durante el presente estudio. Durante el periodo reproductivo, el que comienza en mayo, el número de machos adultos también incrementa debido a los apareamientos y permanecen hasta finales de julio cuando

concluye el periodo de cópulas; sin embargo, su abundancia no sobrepasa a la de las hembras ni la de crías que empiezan a nacer a finales de junio (Peterson y Bartholomew, 1967; Odell, 1975; Auriolles y Zavala, 1994). Esta mayor proporción de hembras facilita la colecta de copros de esta categoría, lo cual favoreció la comparación de los hábitos alimentarios en muestras fecales y en el análisis isotópico en pelo de sus crías.

Fraccionación isotópica

En el caso del lobo marino de California así como en el caso de otros pinnípedos, la obtención de muestras en organismos adultos se dificulta debido a que no pueden ser capturados fácilmente, es por ello que para este estudio las muestras de pelo utilizadas para medir $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ se obtuvieron a partir de crías, que de manera indirecta reflejan la alimentación de las hembras. En este estudio nos interesó trabajar con las hembras debido a que además de representar una parte importante de la población (más del 50%), permanecen de manera permanente en cada una de las colonias lo cual restringe su alimentación al área donde se reproducen y por tanto permite comparar los hábitos alimentarios entre colonias.

De acuerdo con varios estudios (Fogel *et al.*, 1989; Hobson y Sease, 1998; Jenkins *et al.*, 2001) existe una fraccionación isotópica de un nivel trófico entre hembras lactantes y crías lactando. Lo anterior se debe a que las crías al estar consumiendo leche de la madre (teóricamente consumiendo a la madre) presentan un nivel trófico mayor al de la madre hasta que comience el destete. Durante el proceso de destete, la señal isotópica de las crías se aproximará al de la madre en proporción al porcentaje del nutrimento total proveniente de una dieta tipo adulto. Sin embargo, cabe señalar que la fraccionación entre madre y cría dependerá de la especie, el ambiente y la combinación de la dieta por lo que se deben establecer los parámetros que apliquen para cada caso dentro del estudio a realizar (Jenkins *et al.*, 2001).

Al analizar los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en pelo de lobo marino de hembras capturadas en abril del 2003 y de crías lactando capturadas en julio del 2002, obtuvimos un enriquecimiento promedio en $\delta^{15}\text{N}$ de $2.11 \pm 0.09\text{‰}$ y una disminución promedio de $0.83 \pm 0.16\text{‰}$ en $\delta^{13}\text{C}$ entre el pelo de hembras y crías. Estos resultados concuerdan con trabajos anteriores en otros mamíferos como es el del oso europeo (*Ursus spelaeus*) donde las crías presentaron señales isotópicas más enriquecidas ($5.1\text{-}3.1\text{‰}$) en $\delta^{15}\text{N}$ y disminuidas ($2.4\text{-}1.5\text{‰}$) en $\delta^{13}\text{C}$ con respecto a las madres (Nelson *et al.*, 1998; Liden y Angerbjorn, 1999). En el caso particular del carbono, existe una disminución en la señal de $\delta^{13}\text{C}$ en este tipo de estudios, principalmente porque: 1) la fuente principal de energía en la leche de muchas especies es la grasa y 2) la grasa a diferencia de otros tejidos se encuentra enriquecida en C^{12} (Hilderbrand *et al.*, 1996). Sin embargo, al comparar nuestros resultados con los obtenidos por Hobson *et al.*, (2000), se obtienen resultados diferentes con respecto al $\delta^{13}\text{C}$. En este último trabajo se obtuvo un enriquecimiento promedio en $\delta^{15}\text{N}$ de $2.5 \pm 1.2\text{‰}$ al igual que un enriquecimiento promedio en $\delta^{13}\text{C}$ de $0.7 \pm 1.1\text{‰}$ entre el pelo de hembras lactantes del oso negro (*Ursus americanus*) y sus crías.

Estas diferencias en la fraccionación isotópica entre hembras y crías aún entre especies del mismo género (*U. spelaeus* y *U. americanus*) puede deberse de acuerdo a Jenkins *et al.*, (2001) al uso de tejidos completos; lo anterior representaría la dieta durante el periodo del crecimiento de las hembras adultas lo cual no corresponde ni temporalmente ni bioquímicamente a los nutrientes almacenados y recién transferidos a las crías por medio de la leche durante los meses de lactancia.

Debido a que el pelo es un tejido metabólicamente inerte, éste reflejará la dieta durante el crecimiento y retendrá la información de manera cronológica (Darimont y Reimchen, 2002). Se sabe además que en otáridos la formación del pelo ocurre en el último mes de gestación (Bauer *et al.*, 1964) por lo que el pelo colectado (cortado hasta su base) deberá representar la alimentación de la madre integrada a los últimos tres meses, ya que las crías tenían en promedio dos meses de edad.

Al incorporar los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en pelo de crías de aproximadamente nueve meses de edad se tiene que la fraccionación observada (un enriquecimiento de 1.13‰ en $\delta^{15}\text{N}$ y una disminución de 1.67‰ en $\delta^{13}\text{C}$) cambia porque se empieza a consumir alimento sólido. De acuerdo con Trillmich (1979) y Auriolles-Gamboa y Sinsel (1988), las crías de lobo marino comienzan a ingerir alimento (principalmente crustáceos) a partir de los seis meses de edad como complemento de la leche de su madre, por lo que la señal isotópica comienza a reflejar la dieta consumida de la cría y en menor grado la de la hembra. Esto confirma la posibilidad de utilizar los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ obtenidos en pelo de crías de dos o tres meses para registrar de manera indirecta la señal isotópica de las hembras. Sin embargo, para poder ajustar los valores de las crías directamente a los valores de las hembras sería necesario tener la fraccionación isotópica entre crías y hembras para cada colonia.

A pesar de que el muestreo de hembras y crías no fue en el mismo periodo de tiempo (ocho meses de diferencia), se puede decir que se mantuvo la misma escala temporal debido a que se ha estimado que la tasa de renovación del pelo es de aproximadamente cuatro a cinco meses en animales adultos (Scheffer 1962; Scheffer y Johnson 1963) comenzando a mediados de julio y presentando una retención del 25% del pelo del año anterior según a un estudio realizado en el lobo fino del norte (*Callorhinus ursinus*) (Kurle y Worthy, 2002). De esta manera el pelo de las hembras que se muestreo en abril del 2003 reflejaría los isótopos incorporados durante la muda del año anterior (finales de julio) y en menor grado el de mudas previas a ésta. Cabe destacar que el crecimiento del pelo del lobo marino de California puede ser diferente a la del lobo fino del norte como resultado de estados nutricionales diferentes, actividad hormonal y las demandas termodinámicas en diferentes climas (Maurel *et al.*, 1986; Darimont y Reimchen, 2002). Esto es sin embargo, una aproximación aceptable en estudios de pinnípedos.

Amplitud trófica

La dieta del lobo marino a lo largo del Golfo de California estuvo compuesta principalmente por peces y en menor proporción por cefalópodos y crustáceos. De acuerdo a varios estudios, (Ej. Fiscus y Baines, 1966; Antonelis y Fiscus, 1980; Auriolles-Gamboa *et al.*, 1984; Antonelis *et al.*, 1990; García-Rodríguez y Auriolles-Gamboa, 2004), las principales presas son los peces, especialmente aquellos de hábitos pelágicos que tienden a formar cardúmenes. Sin embargo, en aguas donde los calamares son abundantes, éstos se convierten en unas de las presas principales del lobo marino (Antonelis y Fiscus, 1980). Esta sustitución de presas se pudo observar en la colonia de San Pedro Mártir donde la importancia de cefalópodos estuvo por debajo de la de los peces por solo 10.8% de la abundancia relativa. Lo anterior coincide con la alta abundancia de calamares reportado en la región central del Golfo de California, particularmente del calamar gigante *Dosidicus gigas* (Markaida y Sosa-Nishizaki, 2003).

A diferencia de los cefalópodos, los crustáceos estuvieron representados de manera similar en todas las colonias sin ningún patrón de distribución aparente como se ha observado en otros estudios (Ej. García-

Rodríguez y Auriolos-Gamboa, 2004). Sin embargo, cabe destacar que en la costa occidental de la Península de Baja California y California donde se encuentran grandes concentraciones de la langostilla *Pleuroncodes planipes* (Auriolos-Gamboa, 1995), los crustáceos llegan a representar una parte importante en la dieta del lobo marino (Salazar-Godoy, 1989; Lowry *et al.*, 1991; Camacho-Ríos, 2004).

Debido a la gran variedad de especies que consume el lobo marino de California, este ha sido considerado como un depredador oportunista (Antonelis y Fiscus, 1980), sin embargo, son pocas las especies que dominan en su dieta convirtiéndolo más bien en un especialista plástico (Lowry *et al.*, 1991; Reynolds y Rommel, 1999). En este estudio, mediante el Índice de Levin se determinó que en la mayoría de las colonias del Golfo de California, el lobo marino presenta una dieta de tipo especialista presentando cierta preferencia por el consumo de las presas más abundantes y accesibles en la zona. Sin embargo, en Farallón de San Ignacio, San Pedro Nolasco y San Esteban, se presentó una dieta de tipo generalista, lo cual refleja la alta diversidad de presas en dichas colonias.

Dentro de las especies consideradas como comunes en la dieta de este pinnípedo a lo largo de su distribución geográfica, se encuentra la sardina Monterrey *Sardinops sagax*, la anchoveta norteña *Engraulis mordax*, la macarela del Pacífico *Scomber japonicus* y la merluza norteña *Merluccius productus* entre otras (Fiscus y Baines, 1966; Antonelis y Fiscus, 1980; Antonelis *et al.*, 1984; Auriolos-Gamboa, 1988; Lowry *et al.*, 1991; García-Rodríguez y Auriolos-Gamboa, 2004). Las presas principales encontradas durante el presente estudio fueron en su mayoría las mismas reportadas en estudios anteriores aunque el grado de importancia varió en las diferentes colonias además de haber diferencias en cuanto a la composición alimentaria.

Cabe mencionar que el estudio de muestras fecales tiende a subestimar el consumo de presas ya que los otolitos de diferentes especies se erosionan a distinta tasa, llegándose a digerir por completo algunos de ellos (Browne *et al.*, 2002). En un estudio realizado por Hawes (1983), se obtuvo una tasa de recuperación del 6% de otolitos de *Engraulis mordax* y del 35% de otolitos de mayor tamaño de *Scomber japonicus*. Si nos basamos en lo anterior, podríamos suponer que la abundancia de las presas importantes en la dieta del lobo marino como los mictófidios, *Sardinops sagax* y *Engraulis mordax*, que presentan otolitos pequeños y frágiles, podría estar subestimada en colonias donde se conoce que existe una gran abundancia de dichas presas (Lluch-Cota *et al.*, 1999; Aceves-Medina *et al.*, 2003).

De manera similar, la presencia de los cefalópodos de acuerdo con García-Rodríguez y Auriolos-Gamboa (2004) pudo haber sido subestimada durante su estudio debido a que los picos de calamar al estar compuestos por quitina son difíciles de digerir y frecuentemente son regurgitados (Pitcher, 1980; Hawes, 1983) o bien tienden a acumularse en el estómago (Pitcher, 1980; Bigg y Fawcett, 1985).

Al analizar los copros de diferentes colonias se observó la presencia de estatolitos. Éstos no se incluyeron en el análisis debido a que en estudios de alimentación no son considerados para la identificación de presas. No obstante, al tomarlos en cuenta se observó que en colonias como El Partido y San Esteban se detecta la presencia de cefalópodos, únicamente a partir de los estatolitos. En Farallón de San Ignacio, San Pedro Nolasco, San Pedro Mártir y El Rasito la abundancia de cefalópodos aumentó considerablemente al incluir los estatolitos; en este caso, probablemente se está causando una sobreestimación ya que los estatolitos encontrados pueden formar parte del mismo animal registrado con el pico recuperado (Fig.20).

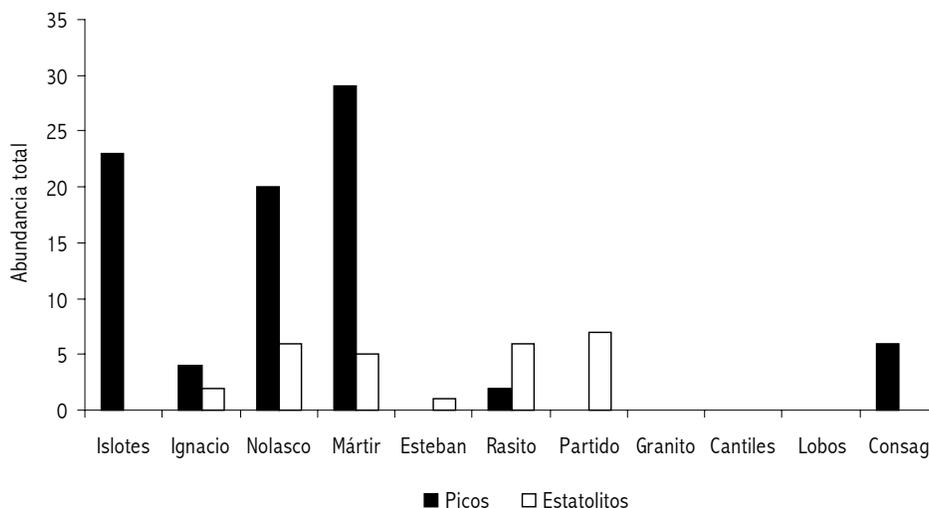


Figura 20. Importancia de cefalópodos con base en el número total de estructuras recuperadas (picos y estatolitos) en los copros colectados en cada una de las colonias reproductoras de lobo marino del Golfo de California durante la temporada reproductiva del 2002.

Para evitar sesgos en la interpretación de los hábitos alimentarios por erosión y digestión diferencial, de otolitos y picos, se aplican factores de corrección (Ej. Bigg y Fawcett, 1985; Harvey, 1989; Tollit *et al.*, 1997; Jobling, 1987). Sin embargo, de acuerdo con Bowen (2000) existe también un efecto significativo en las estimaciones del número de presas consumidas dependiendo del factor de corrección utilizado, ya que los factores de corrección varían para una erosión parcial o completa del otolito o pico de cefalópodo, para el tipo de presa consumida o para la especie de pinnípedo con la que se este trabajando. Además, debe considerarse que los factores de corrección han sido elaborados a partir de estudios con animales en cautiverio (Ej. Hawes, 1983; Dellinger y Trillmich, 1988; Cottrell *et al.*, 1996), los cuales presentan bajas tasas de evacuación y por tanto mayor digestión de estructuras comparadas con animales en vida libre (Harvey, 1989; Cottrell *et al.*, 1996; Bowen, 2000).

Superposición trófica

Cuando la distribución de dos o más especies de otáridos se superpone, éstos tienden a utilizar diferentes recursos alimentarios dando lugar a una baja superposición en las dietas. Inclusive, se ha observado en estudios recientes que individuos alimentándose bajo condiciones similares pueden especializarse en ciertas presas o en estrategias de forrajeo sin importar edad, sexo o morfología corporal (Riedman, 1990). Es posible suponer entonces que entre colonias se utilicen recursos o áreas de alimentación diferentes para evitar competencia.

Durante el presente estudio, las colonias que presentaron un bajo grado de superposición como El Rasito y El Partido, se alimentaron de presas similares, sin embargo el porcentaje de importancia de éstas fue muy diferente (Tabla XIV). Lo anterior podría estar indicando la preferencia en el consumo de presas similares pero en áreas de alimentación diferentes. Lo anterior lo estarían corroborando los valores de $\delta^{13}\text{C}$. En este caso los gradientes de $\delta^{13}\text{C}$ costa-océano probablemente estén actuando por medio de las diferencias en las

fuentes de producción de fitoplancton, con valores más positivos en zonas de surgencias cercanas a la costa (Falkowski *et al.*, 1998).

Tabla XI. Comparación de la composición alimentaria del lobo marino en las colonias El Rasito y El Partido durante la temporada reproductiva del 2002.

El Rasito (Presente estudio)		El Partido (Presente estudio)	
Presas	IIMP %	Presas	IIMP %
<i>Trachurus symmetricus</i>	23.36	<i>Sardinops sagax</i>	39.42
<i>Porichthys</i> sp.	22.54	<i>Engraulis mordax</i>	20.29
<i>Sardinops sagax</i>	10.09	<i>Scomber japonicus</i>	13.85
<i>Merluccius angustimanus</i>	7.30	<i>Haemulon</i> sp.	10.51
<i>Engraulis mordax</i>	7.14	<i>Trachurus symmetricus</i>	9.2
<i>Scomber japonicus</i>	5.44		
Total	75.88		93.27

Otro ejemplo es el de las colonias Isla Granito y Los Cantiles. A pesar de que durante este estudio no fue posible obtener información de la dieta del lobo marino en Isla Granito, se comparó con los datos de García-Rodríguez y Auriolos-Gamboa (2004). La composición alimentaria entre estas dos colonias solo comparte una presa, a pesar de encontrarse a 16 km entre sí. Esta presa común fue *Trichiurus lepturus* (Tabla XV). Esta diferencia pudo deberse a la diferencia de años de muestreo, sin embargo, en un estudio realizado por Sánchez-Arias (1992) donde comparó los hábitos alimentarios en estas dos colonias durante todo un año, obtuvo marcadas diferencias en la composición alimentaria. En ese estudio, *Trichiurus lepturus* estuvo presente también en las dos colonias, no obstante, la diferencia que marcó los hábitos alimentarios entre ellas fue la presencia de *Coelorhynchus scaphopsis* únicamente en Isla Granito. De acuerdo a Sánchez-Arias (1992), los animales de la colonia Isla Granito se desplazan hacia el noroeste a la cuenca Delfín debido a que es una región profunda donde probablemente habite *Coelorhynchus scaphopsis*.

Tabla XII. Comparación de la composición alimentaria del lobo marino en las colonias Isla Granito y Los Cantiles durante 1995-1996 y la temporada reproductiva del 2002, respectivamente.

Isla Granito (García-Rodríguez y Auriolos-Gamboa, 2004)		Los Cantiles (Presente estudio)	
Presas	IIMP %	Presas	IIMP %
<i>Engraulis mordax</i>	49.3	<i>Porichthys</i> sp.	36.11
<i>Trichiurus lepturus</i>	22	<i>Trichiurus lepturus</i>	33.33
<i>Prionotus</i> sp.	8.8	<i>Citharichthys stigmaeus</i>	30.56
<i>Haemulon flaviguttatum</i>	8.7		
Total	88.8		100

Según los estudios de Durán-Lizárraga (1998) y Kuhn *et al.*, (2004), el lobo marino puede recorrer grandes distancias para obtener su alimento (entre 20 y 30 km). Estas estimaciones son mayores a las distancias que separan El Rasito de El Partido (7.6 km) e Isla Granito de Los Cantiles (16 km). Es posible que en estas colonias el radio de dispersión de los lobos sea menor a lo reportado anteriormente debido a la zona en la que se encuentran. De acuerdo con Álvarez-Borrego (1983), es en la región de las grandes islas donde se encuentran las mayores concentraciones de nutrientes de todo el Golfo de California, especialmente en el Canal de Ballenas, debido a la constante condición de surgencias. De esta manera, las diferencias encontradas en la alimentación del lobo marino aun entre colonias cercanas, sea el reflejo de la alta productividad y disponibilidad de alimento cerca de las colonias lo que provoca que los individuos realicen viajes de alimentación menos alejados que en otros sitios, dando lugar a un bajo grado de superposición trófica (García-Rodríguez, 1999).

Otro aspecto que respalda la idea de que las colonias de lobo marino se alimentan en áreas distintas es la diversidad encontrada en cada una de las localidades. De manera general, se encontraron valores bajos en lo que respecta a diversidad, lo cual es típico del lobo marino (García-Rodríguez, 1995). A pesar de esta generalidad, se encontraron diferencias en la diversidad entre las colonias de la parte norte de la región de las grandes islas y las del sur, siendo las colonias de la parte norte las que presentaron los valores más bajos y el menor número de presas presentes en la dieta. De acuerdo con García-Rodríguez (1999), la disminución en la diversidad pudiera estar asociada a un aprovechamiento espacial donde la abundancia y disponibilidad de alguna presa es elevada como se observó en Rocas Consag donde se obtuvo una gran abundancia (61.23%) de la anchoveta del Pacífico *Cetengraulis mysticetus*. De manera contraria, en colonias como Farallón de San Ignacio y San Pedro Nolasco la dieta del lobo marino estuvo compuesta por un gran número de presas sin dominancia clara de alguna de ellas, lo que hace suponer que el lobo marino depende de áreas de alimentación relativamente más estables (García-Rodríguez, 1999).

Dado que los valores de diversidad están estrechamente relacionados con el tamaño de muestra, es posible que los índices obtenidos durante este estudio no sean representativos por el bajo número de copros que se colectaron en algunas colonias. No obstante que algunas colonias tuvieron bajo número de muestras como San Pedro Mártir e Isla Lobos, los valores de diversidad fueron representativos puesto que las curvas de diversidad alcanzaron una estabilidad relativa. Únicamente en el caso de las colonias Los Cantiles y San Esteban, la curva de diversidad no se estabilizó debido al bajo número de copros.

Nivel trófico

Dado que el alimento y los hábitos alimentarios determinan la posición trófica de los animales dentro de las redes tróficas (Pauly *et al.*, 1998), por ende definen su papel ecológico. En la mayoría de pinnípedos, los niveles tróficos presentan un rango que va de 3.8-4.4. El nivel trófico asignado al lobo marino de California es de 4.1 (Jefferson *et al.* 1993; Lowry *et al.* 1991), ubicándolo en la cadena trófica como carnívoro secundario-terciario (Mearns *et al.* 1981).

En el presente estudio, el nivel trófico promedio obtenido para el lobo marino en todo el Golfo de California fue de 3.95, sin embargo por colonia se observa una gran variación que va desde 3.54 en El Rasito hasta 4.95 en Los Cantiles. Cabe destacar que tanto en San Esteban como en Los Cantiles el número de muestras fue bajo por lo que existe un posible sesgo para estas colonias. Con el fin de visualizar de una

manera más completa el nivel trófico del lobo marino en esta región, se obtuvieron datos de otros estudios para estimar el nivel trófico de las colonias reproductoras del Golfo de California (Tabla XVI).

Tabla XIII. Nivel trófico del lobo marino de California en las colonias reproductoras del Golfo de California.

Colonia reproductora	Romero (1998)	García-Rodríguez (1999)	Presente estudio	Global
Los Islotes			3.93	3.93
Farallón de San Ignacio			4.04	4.04
San Pedro Nolasco			3.59	3.59
San Pedro Mártir		3.80	3.43	3.43
San Esteban		3.36	4.39*	3.36
El Rasito		3.91	3.54	3.54
El Partido			3.66	3.66
Los Machos		3.96		3.96
Los Cantiles		4.67	4.95*	4.67
Isla Granito		4.02		4.02
Isla Lobos		3.81	3.99	3.99
San Jorge	4.00			4.00
Rocas Consag			4.07	4.07

* Valores subestimados por bajo número de muestras.

Las colonias que se encuentran en la región de las grandes islas (San Pedro Mártir, San Esteban, El Rasito, El Partido y Los Machos), incluyendo a San Pedro Nolasco, presentan niveles tróficos relativamente bajos. En el caso de San Esteban, se estaría considerando el nivel trófico obtenido a partir del estudio de García-Rodríguez (1999) ya que su muestreo fue más completo. Como lo menciona Lluch-Cota *et al.*, 1999 y Aceves-Medina (2003), esta región se caracteriza por la presencia de especies pelágicas pertenecientes a las familias Clupeidae, Engraulidae y Scombridae.

La dieta del lobo marino en esta región estuvo compuesta por altos porcentajes de *Sardinops sagax* (Familia Clupeidae), *Cetengraulis mysticetus* y *Engraulis mordax* (Familia Engraulidae) y de *Scomber japonicus* (Familia Scombridae). Por su alimentación, las especies de estas familias por lo general presentan niveles tróficos bajos. El nivel trófico de estas presas es de 2.43 (Serra y Tsukayama, 1988), 2.67 (Whitehead *et al.*, 1988), 2.96 (Kucas, 1986) y 3.09 (Mendo, 1984) respectivamente. Mearns *et al.*, (1981) cataloga estas especies como carnívoros primarios ya que se alimentan principalmente de fitoplancton, zooplancton y zoobentos.

En las colonias restantes se observan valores altos del nivel trófico, especialmente en Los Cantiles (4.95). Las presas principales en esta colonia fueron *Porichthys* sp. con nivel trófico de 3.7 (Hart, 1973), *Trichiurus lepturus* con nivel trófico de 4.45 (Portsev, 1980) y *Citharichthys stigmaeus* con nivel trófico de 3.69 (Fitch y Lavenberg, 1968); estas presas son catalogadas como carnívoros primarios-secundarios por consumir peces, cefalópodos y crustáceos entre otros.

En relación a isótopos, Schoeninger y DeNiro, (1984) reportan un valor de 19.3‰ en $\delta^{15}\text{N}$ para el lobo marino de California en hueso, valor similar al obtenido en el presente estudio ($19.41 \pm 0.23\%$ en pelo de hembras adultas). Si el valor promedio de $\delta^{15}\text{N}$ en crías es de $21.19 \pm 0.6\%$ y este se encuentra enriquecido

en relación a las madres por $2.11 \pm 0.09\text{‰}$, de ese modo el valor promedio en hembras del Golfo sería de $19.08 \pm 0.51\text{‰}$ para el Golfo de California.

Kelly (2000) menciona que la principal utilidad de las razones isotópicas de nitrógeno dentro de la ecología animal recae en su relación con el nivel trófico. Diferentes experimentos han determinado la fraccionación entre la dieta y el tejido de los isótopos de nitrógeno para aves y mamíferos, mostrando que la mayoría de los tejidos se encuentran enriquecidos sobre la dieta de 1-5‰ (DeNiro y Epstein, 1981; Mizutani *et al.*, 1991, 1992; Hobson y Clark, 1992a; Hobson *et al.*, 1996). Para taxa donde se ha estudiado mejor esta fraccionación, se ha determinado un enriquecimiento promedio de 3‰ en $\delta^{15}\text{N}$ del consumidor sobre la dieta por cada nivel trófico (Ej. Minagawa y Wada, 1984; Peterson y Fry, 1987; Vander Zanden y Rasmussen, 2001).

Schoeninger y DeNiro (1984) mencionan que los mamíferos marinos presentan en $\delta^{15}\text{N}$ un promedio de 15.5‰ y un rango de variación de 11-22‰. En cambio los peces presentan un valor promedio de 12‰ y un rango de variación de 0-20‰ (Wada *et al.*, 1975); los invertebrados presentan un promedio de 9.8‰ y un rango de variación de 2-15‰ (Minagawa y Wada, 1984); y el zooplancton y fitoplancton un promedio de 10 y 7‰ con un rango de variación de 6-15‰ y de 5-8‰ respectivamente. En este sentido, es válido suponer que las colonias de las grandes islas en el Golfo que presentaron valores más bajos en $\delta^{15}\text{N}$, se estén alimentando de presas de un solo nivel trófico, lo cual se basa en la fraccionación entre dieta y consumidor de 3‰ y en que las presas como la sardina, la anchoveta, la macarela y las especies de cefalópodos que ahí se encuentran presenten valores entre 15 y 17%. A diferencia de estas colonias, Los Islotes, Farallón de San Ignacio, Los Cantiles, Isla Granito, Isla Lobos y Rocas Consag además de consumir presas de niveles tróficos altos como se mencionó anteriormente se están alimentando de presas de distinto nivel trófico lo cual se refleja en la variación del $\delta^{15}\text{N}$.

De acuerdo con Owens (1987), existe una relación linear estadísticamente significativa entre un organismo y su dieta, lo cual sugiere que el contenido de $\delta^{15}\text{N}$ en un organismo puede brindar información precisa de la dieta. En varios trabajos se ha confirmado la relación entre el $\delta^{15}\text{N}$ de un organismo completo (invertebrados marinos y terrestres, vertebrados marinos y mamíferos) con el $\delta^{15}\text{N}$ de su dieta (Ej. Macko *et al.*, 1982; Minagawa y Wada, 1984; DeNiro y Epstein, 1981).

Según Rau *et al.*, (1983), la observación directa del comportamiento alimentario puede ser logísticamente impráctica mientras que métodos indirectos como el análisis del contenido estomacal o muestras fecales tienen limitantes como ya se ha mencionado. Los mismos autores con el fin de encontrar una mejor manera de evaluar el nivel trófico de los organismos, analizaron un mismo tipo de tejido (músculo) de macrofauna pelágica con niveles tróficos conocidos dentro de provincias oceánicas establecidas, logrando establecer una correlación significativa entre el nivel trófico del animal y la abundancia del isótopo de carbono en su biomasa.

En el presente estudio, se logró obtener una correlación positiva y significativa ($r = 0.85$) entre la dieta y el isótopo de nitrógeno. El uso del $\delta^{13}\text{C}$ en estudios de cadenas tróficas es generalmente aceptado ya que frecuentemente se ha mostrado que el contenido de $\delta^{13}\text{C}$ de un organismo refleja el contenido de $\delta^{13}\text{C}$ de su dieta con muy poca variación, sin embargo, existen evidencias que sugieren que esta relación no es del todo directa (Owens, 1987). Aun así, la relación presente en este estudio entre el $\delta^{15}\text{N}$ en pelo de lobo marino con

el nivel trófico obtenido a partir de su dieta, genera implicaciones significativas para el uso del análisis en isótopos estables en tejidos de animales con el fin de interpretar la estructura trófica y la base del alimento en las diferentes comunidades tal como lo menciona Rau *et al.*, (1983).

En este estudio se demostró la utilidad del monitoreo del $\delta^{15}\text{N}$ en pelo de crías como indicador del nivel trófico de las colonias de lobo marino. Esta información es muy útil para entender como la especie explota los recursos disponibles en el medio de modo que en el futuro será posible detectar cambios en su dinámica trófica en relación a eventos oceanográficos y actividad pesquera entre otros.

Variación isotópica

En la temporada reproductiva del 2000, las colonias Los Cantiles e Isla Granito presentaron los valores más altos de $\delta^{15}\text{N}$, lo cual podría estar relacionado con la depredación sobre *Trichiurus lepturus* que es carnívoro (Sánchez-Arias, 1992; García-Rodríguez y Auriol-Gamboa, 2004) y es una de las presas principales en estas colonias. En el carbono aunque son similares ($-15.09 \pm 0.37\text{‰}$ y $-15.36 \pm 0.24\text{‰}$) se sugiere (como se observó en el análisis de muestras fecales) que estas colonias están alimentándose en áreas diferentes.

En San Pedro Mártir, San Esteban, El Partido y Los Machos, los valores bajos en cuanto al $\delta^{15}\text{N}$ pudieron deberse al consumo de presas de bajo nivel trófico como *Engraulis mordax*, *Sardinops sagax* y cefalópodos como *Leachia* sp. y *Abraliopsis affinis* que abundan en la región de las grandes islas donde se encuentran estas colonias. Con respecto a los valores de $\delta^{13}\text{C}$, las colonias antes mencionadas presentaron los valores más positivos debido posiblemente a las fuertes corrientes de marea que propician la formación de surgencias caracterizadas por la presencia casi constante de agua fría que proviene del fondo y que acarrea grandes concentraciones de nutrientes (Álvarez-Borrego, 1983). De acuerdo con Falkowski *et al.*, (1998) son estas zonas, productivas por surgencias, las que dan lugar a valores altos en $\delta^{13}\text{C}$. En Los Machos, su poca variación puede estar relacionada a su ubicación dentro del Canal de Ballenas ya que debido a la presencia de procesos de mezcla por mareas (Roden y Groves, 1959) existe una productividad permanente, incluso durante condiciones El Niño (Tershy *et al.*, 1991), por lo que los lobos marinos de esta colonia no parecen salir del canal para alimentarse.

En el caso particular de Los Islotes, la alta variación encontrada en la señal isotópica de nitrógeno y carbono pueda deberse al particular comportamiento alimenticio de las hembras de esta colonia. Kuhn *et al.*, (2004) registraron, por medio de transmisores satelitales, el movimiento de seis hembras adultas, que en general se desplazaron dentro de un radio de 30 km de la colonia. En su mayoría, las hembras se alimentaron en la parte costera, lo cual reflejaría valores bajos en carbono tal y como se encontró. Según Burton y Koch, (1999) los pinnípedos de alimentación costera tienen valores de $\delta^{13}\text{C} \sim 2\text{‰}$ más bajos que los pinnípedos que se alimentan en áreas pelágicas a la misma latitud. A pesar de encontrar valores bajos en $\delta^{13}\text{C}$, se observó una alta variación en sus valores lo cual pudo ser el reflejo de hembras alimentándose en áreas medias del canal cercano a Los Islotes, presentando una mayor duración y profundidad en el buceo, a parte de las hembras que se alimentaron en las áreas costeras realizando buceos cortos y poco profundos. En cuanto al $\delta^{15}\text{N}$, los valores altos y con una alta variación puedan ser el reflejo de la diferencia en la dieta por parte de las hembras con uso distinto de habitats (Kuhn *et al.*, 2004).

Para la temporada reproductiva del 2002, de manera general se observaron valores parecidos a los encontrados en la temporada reproductiva del 2000. Sin embargo, al tener un mayor número de colonias, fue posible observar un patrón latitudinal. Altabet *et al.*, (1999), reportan un enriquecimiento de $\delta^{15}\text{N}$ hacia la región norte del Golfo de California tanto en sedimento de fondo como en el NO_3^- de la zona sub-eufótica. A partir del análisis isotópico del material obtenido a partir de trampas de sedimentos en las cuencas de Carmen y la de Guaymas (Fig. 21), se obtuvieron valores de 9 y 9.4‰, mientras que el análisis isotópico de NO_3^- disuelto subsuperficial obtenido en la columna de agua mostró valores en las cuencas de Carmen, Guaymas y Delfín de 9.7, 11.5 y 11.8 ‰ respectivamente.

Como lo menciona Altabet *et al.*, 1999, el material de las trampas de sedimento evidentemente registra la composición isotópica de diferentes fuentes de nitrógeno a las registradas en el NO_3^- disuelto ya que el promedio de $\delta^{15}\text{N}$ de este material difiere de manera significativa del de NO_3^- disuelto. No obstante, el enriquecimiento sur-norte en el Golfo de California se mantiene. De esta manera, es muy probable que la tendencia a incrementar el valor promedio $\delta^{15}\text{N}$ de sur a norte, observada en la mayoría de las colonias, sea un efecto del enriquecimiento desde la base de la cadena trófica.



Figura 21. Ubicación de las trampas de sedimento (mapa tomado de Altabet *et al.*, 1999).

Los valores isotópicos de nitrógeno en las colonias visitadas en 2002 tuvieron su máximo en la colonia Rocas Consag ($22.39 \pm 0.51\text{‰}$). La composición de la dieta en este sitio indica que la presa principal es *Cetengraulis mysticetus* con un alto porcentaje de importancia. Esta presa por su alimentación filtradora es considerada de bajo nivel trófico, lo cual no concuerda con el elevado $\delta^{15}\text{N}$. Una posible explicación es la ubicación de la colonia que se encuentra cerca del delta del Río Colorado. Es posible que el aporte de nutrientes del Río Colorado genere en esa región del alto Golfo (Álvarez-Borrego, 1983) un enriquecimiento significativo en la zona y por ende a las presas y depredadores que ahí habitan. Lo anterior nos estaría indicando que la señal isotópica además de ser un reflejo del alimento consumido, es un reflejo de las condiciones oceanográficas que existen en cada región.

Estabilidad trófica

Al comparar los valores isotópicos de nitrógeno y carbono durante la temporada reproductiva del 2000 y del 2002, no se observaron diferencias significativas para cada colonia, lo que sugiere estabilidad trófica a través del tiempo.

De acuerdo con Hernández-Camacho (2001), el lobo marino de California es altamente filopátrico igual que otros pinnípedos (elefante marino del norte, Reiter *et al.*, 1981; foca de Weddell, Croxall y Hiby, 1983; foca común, Yochem *et al.*, 1987; lobo fino Antártico, Boyd *et al.*, 1990; Lunn y Boyd, 1991; foca monje, Gilmartin *et al.*, 1993; lobo fino del norte, Gentry, 1998; y el elefante marino del sur, McMahon *et al.*, 1999;

Pistorius *et al.*, 1999). En el caso del lobo marino de California, a pesar de que los individuos de ambos sexos son altamente filopátricos, los machos abandonan la colonia con mayor frecuencia como en otros mamíferos (Greenwood, 1983; Clutton-Brock, 1989; Gentry, 1998) probablemente con el fin de encontrar áreas adecuadas para la alimentación y favorecer el rápido crecimiento para la reproducción (Aurioles-Gamboa, 1988).

A diferencia de los machos, las hembras permanecen largos períodos de tiempo en la colonia debido al alto costo de la dispersión y los requerimientos energéticos de la gestación y la lactancia (Greenwood, 1983; Clutton-Brock, 1989). En esta especie las hembras dan a luz una cría cada año y la amamantan durante 4-5 días antes de salir al mar a alimentarse (Heath, 1989) y a partir de este momento, alternan viajes de alimentación con periodos de cuidado y alimentación a la cría en tierra (Antonelis *et al.*, 1990; Heath *et al.*, 1991). El periodo de lactancia es en promedio de un año y en algunos casos puede prolongarse por más tiempo (Peterson y Bartholomew, 1967; Francis y Heath, 1991). Por ello, es posible pensar que las hembras al permanecer de manera casi permanente en las colonias, se desarrollen en un ámbito hogareño o limitado al área de reproducción y por lo tanto la señal isotópica se mantenga estable año con año.

IX.- CONCLUSIONES

Las presas principales durante la temporada reproductiva del 2002 a lo largo del Golfo de California fueron: *Porichthys* sp., *Cetengraulis mysticetus*, *Trachurus symmetricus*, *Sardinops sagax*, *Engraulis mordax* y el calamar *Leachia* sp. A nivel colonia, existe una variación en cuanto a la composición trófica y diversidad en la dieta del lobo marino, inclusive entre colonias cercanas, sugiriendo el uso de diferentes áreas de alimentación.

Las razones isotópicas de nitrógeno y carbono lograron distinguir diferencias poblacionales a partir del análisis de pelo en crías de lobo marino, encontrando diferencias marcadas entre colonias ubicadas al sur de la región de las grandes islas, colonias ubicadas en la región de las grandes islas y aquellas ubicadas al norte de dicha región.

Se observó una baja superposición trófica entre las colonias reproductoras del lobo marino en el Golfo de California. Las colonias que presentaron una superposición trófica forman parte de regiones biogeográficas establecidas.

La fraccionación isotópica entre crías y hembras lactantes fue de $2.11 \pm 0.09\text{‰}$ para el $\delta^{15}\text{N}$ y de $0.83 \pm 0.16\text{‰}$ para el $\delta^{13}\text{C}$.

Las colonias reproductoras de lobo marino en el Golfo de California presentaron una estabilidad trófica en la escala temporal (temporada reproductiva 2000 y 2002).

El nivel trófico calculado a partir de presas y el obtenido a partir del análisis de isótopos estables presenta variaciones en las colonias reproductoras del lobo marino a lo largo del Golfo de California. Ambas estimaciones se correlacionaron significativamente.

X.- RECOMENDACIONES

Para tener un espectro trófico completo del lobo marino en el Golfo de California, se recomienda aumentar el esfuerzo en la colecta de copros abarcando las 13 colonias reproductoras de lobo marino. De la misma manera se recomienda coleccionar un mayor número de muestras por colonia para obtener una mayor representación de la dieta así como realizar colectas en más de una temporada al año de manera que se pueda tener información sobre los cambios de alimentación del lobo marino y por ende de los cambios oceanográficos que puedan estar ocurriendo en el Golfo de California.

Durante este estudio fue posible determinar de manera más precisa la variación alimentaria entre colonias de lobo marino por medio del análisis isotópico de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en pelo. Sin embargo, dado que la variación isotópica de carbono y nitrógeno de la base de la cadena trófica en el Golfo de California puede ser afectada por condiciones oceanográficas en una escala temporal y espacial, se recomienda ampliar la colecta de pelo en la escala espacial considerando las 13 colonias reproductoras de lobo marino así como en la escala temporal, para así poder determinar con mayor precisión la variación isotópica de las colonias de lobo marino a lo largo del Golfo y a lo largo del año.

Debido a que la composición de la dieta del lobo marino varía temporalmente, es necesario que las colectas tanto de copros como de pelo en las diferentes colonias se realicen durante el mismo mes en cada una de las temporadas.

En el caso particular del fraccionamiento isotópico entre crías y hembras lactantes, es recomendado tomar las muestras de pelo en el mismo período de tiempo y de preferencia tomar la muestra a partir de una pareja de cría y madre para así poder determinar de manera más exacta dicho fraccionamiento en esta especie de pinnípedo.

Al combinar ambas técnicas fue posible establecer la existencia de áreas de alimentación, sin embargo sería recomendado realizar más estudios en cuanto a alimentación en cada una de las colonias para determinar cuáles y cuántas zonas de alimentación existen en el Golfo de California y ver cuántas de ellas se superponen.

XI- LITERATURA CITADA

- Aceves-Medina, G., A.P. Jiménez-Rosenberg, A. Hinojosa-Medina, R. Funés-Rodríguez, R.J. Saldierna, D.Lluch-Belda, P.E. Smith y W. Watson. 2003. Fish larvae from the Gulf of California. *Scientia Marina*. 67(1): 1-11.
- Allen, W.E. 1937. Plankton diatoms of the Gulf of California obtained by the G. Allan Hancock Expedition of 1936. En: Hancock Pacific Expedition, *Publ.* 3. University of South California, Los Angeles. 47-59.
- Altabet, M.A., C. Pilskaln, R. Thunell, C. Pride, D. Sigman, F. Chavez y R. Francois. 1999. The nitrogen isotope biogeochemistry of sinking particles from the margin of the Eastern North Pacific. *Deep-sea research*. 46: 655-679.
- Álvarez-Borrego, S. 1983. The Gulf of California. En: Ketchum, B.H. (Ed.) *Ecosystems of the world: Estuaries and enclosed seas*. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. 427-449.
- Álvarez-Borrego, S. y J.R. Lara-Lara. 1991. Physical environment and primary productivity of the Gulf of California. En: Dauphin, J.P. y B.R. Simoneit (Eds.) *The Gulf and Peninsular Province of the Californias. American Association Petrology Geological Memories*. 47: 555-567.
- Antonelis, G.A. y C.H. Fiscus. 1980. The pinnipeds of the California Current. *California Cooperative Fish Investigations Reports*. 21: 68-78.
- Antonelis, G.A., C.H. Fiscus y R.L. DeLong. 1984. Spring and summer prey of California sea lions, *Zalophus californianus*, at San Miguel Island, California, 1978-79. *Fishery Bulletin*. 82(1): 67-75.
- Antonelis, G.A, S.B. Stewart y W.F. Perryman. 1990. Foraging characteristics of female northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) and California sea lions (*Zalophus californianus*). *Canadian Journal of Zoology*. 68: 150-158.
- Aurioles-Gamboa, D. 1988. Behavioral ecology of California sea lions in the Gulf of California. PhD Thesis. University of California, Santa Cruz. CA. 186 pp.
- Aurioles-Gamboa, D. 1995. Distribución y abundancia de la langostilla bentónica (*Pleuroncodes planipes*) en la plataforma continental de la costa oeste de Baja California. En: Aurioles-Gamboa, D. y E.F. Balart (Eds.). *La langostilla: biología, ecología y aprovechamiento*. CIBNOR. México. 59-78.
- Aurioles-Gamboa, D. y F. Sinsel. 1988. Mortality of California sea lion pups at Los Islotes, Baja California Sur, Mexico. *Journal of Mammology*. 69(1): 180-183.
- Aurioles-Gamboa, D. y A. Zavala. 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.
- Aurioles-Gamboa, D., C. Fox, F. Sinsel, y T. Grayeb. 1984. Prey of the California sea lion (*Zalophus californianus*) in La Paz B.C.S., México. *Journal of Mammology*. 65(3): 519-521.
- Aurioles-Gamboa, D., S. Luque, F. García-Rodríguez, D. Brousset, A. Parás, J. Montañ o, R. Rosiles, S. Aguiñ iga, K. Acevedo y F. Elorriaga-Verplancken. 2002. Exploración de variables biológicas y ecológicas de las poblaciones de lobo marino (*Zalophus californianus*) del Golfo de California: Regionalización para el manejo. En memorias de: XXVII Reunión internacional para el estudio de los mamíferos marinos. Veracruz, Ver. México. 70 pp.
- Badán-Dangón, A., C.J. Koblinsky y T. Baumgartner. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: Observations of surface thermal patterns. *Oceanología Acta*. 8(1): 13-22.
- Bauer, R.D., R.S. Peterson y V.B. Scheffer. 1964. Age of northern fur seal at completion of its first molt. *Journal of Mammology*. 45(2): 299-300.

- Bettencourt, V.I. y A. Guerra. 2000. Growth increments and biomineralization process in cephalopod estatoliths. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 248: 191-205.
- Bigg, M.A. y I. Fawcett. 1985. Two biases in diet determination of northern fur seals (*Callorhinus ursinus*). En: J.R. Beddington, R.J.H. Beverton y D.M. Lavigne (Eds.). *Marine mammals and fisheries*. George Allen y Unwin, London, U.K. 153-169.
- Bowen, W.D. 2000. Reconstruction of pinniped diets: accounting for complete digestion of otoliths and cephalopod beaks. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 57: 898-905.
- Boyd, I.L., J.N. Lunn, P. Rothery, y J.P. Croxall. 1990. Age distribution of breeding female Antarctic fur seals in relation to changes in population growth rate. *Canadian Journal of Zoology*. 68: 2209-2213.
- Browne, P., J.L. Laake y R.L. DeLong. 2002. Improving pinniped diet analyses through identification of multiple skeletal structures in fecal samples. *Fishery Bulletin*. 100: 423-433.
- Burton, R. y P. Koch. 1999. Isotopic tracking of foraging and long-distance migration in northeastern pacific pinnipeds. *Oecologia*. 119: 578-585.
- Bussing, W.A. y R.J. Lavenberg, 1995. Synodontidae. Lagartos. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V. Niem (Eds.). *Guía FAO para Identificación de Especies para lo Fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental*. 3 Vols. FAO, Roma. 1625-1628.
- Camacho-Ríos, F.J. 2004. Estructura alimentaria y posición trófica de dos especies de otáridos *Zalophus californianus* y *Arctocephalus townsendi*, en las islas San Benito, B.C. México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. México. 53 pp.
- Chao, L.N. 1995. Sciaenidae. Corvinas, barbiches, bombaches, corvinatas, corvinetas, corvinillas, lambes, pescadillas, roncachos, verrugatos. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V. Niem (Eds.) *Guía FAO para identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental*. 3 Vol. 1427-1518.
- Christensen, V. y D. Pauly. 1992. ECOPATH II – a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecological Modelling*. 61: 169-185.
- Clutton-Brock, T.H. 1989. Female transfer and inbreeding avoidance in social mammals. *Nature*. 337: 70-72.
- Colwell, R.K. 1997. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 5. User's Guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Cottrell, P.E., A.W. Trites y E.H. Miller. 1996. Assessing the use of hard parts in faeces to identify harbour seal prey: results of captive-feeding trials. *Canadian Journal of Zoology*. 74: 875-880.
- Courtenay, W.R. y H.F. Sahlman. 1978. Pomadasyidae. En: W. Fischer (Ed.) *FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31), Volume 4*. FAO, Roma.
- Croxall, J.P. y L. Hiby. 1983. Fecundity, survival and site fidelity in Weddell seals, *Leptonychotes weddelli*. *Journal of Applied Ecology*. 20: 19-32.
- Cupp, E.E. y W.E. Allen. 1938. Plankton diatoms of the Gulf of California obtained by the G. Allan Hancock Expedition of 1937. En: *Hancock Pacific Expedition, Publ. 3*. University of South California, Los Angeles. 61-74.
- Darimont, C.T. y T.E. Reimchen. 2002. Intra-hair stable isotope analysis implies seasonal shift to salmon in gray wolf diet. *Canadian Journal of Zoology*. 80: 1638-1642.
- Dellinger, T. y F. Trillmich. 1988. Estimating diet composition from fecal analysis in otariid seals (Otariidae): Is it reliable? *Canadian Journal of Zoology*. 66: 1865-1870.
- DeNiro, M.J. y Epstein, S. 1978. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica Cosmochimica Acta*. 42: 495-506.

- DeNiro, M.J y Epstein, S. 1981. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica Cosmochimica Acta*. 45: 341-353.
- Durán-Lizárraga, M.E. 1998. Caracterización de los patrones de buceos de alimentación de lobo marino *Zalophus californianus* y su relación con variables ambientales en la Bahía de La Paz, B.C.S. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. 82 pp.
- Eschmeyer, W.N. 1998. Catalog of Fishes. Vol 3. California Academy of Sciences. E.U.A. 1822-2905.
- Eschmeyer, W.N., E.S. Herald y H. Hammann. 1983. A field guide to Pacific coast fishes of North America. Houghton Mifflin Company. E.U.A. 336 pp.
- Falkowski, P.G., R.T. Barber y V. Smetacek. 1998. Biogeochemical controls and feedback on ocean primary productivity. *Science*. 281: 200-206
- Fiscus, C.H. y G.A. Baines. 1966. Food and feeding behavior of Steller and California sea lions. *Journal of Mammalogy*. 47(2): 195-200.
- Fitch, J.E. 1966. Additional fish remains, mostly otoliths, from a Pleistocene deposit at Playa del Rey, California. *Contributions in Science*. 119: 1-16.
- Fitch, J.E. 1967. The marine fish fauna, based primarily on otoliths of a lower Pleistocene deposit at San Pedro, California. *Contributions in Science*. 128: 1-23.
- Fitch, J.E. y R.L. Brownell. 1968. Fish otoliths in Cetacean stomachs and their importance in interpreting feeding habits. *Journal Fish. Res. Board Canada*. 25(12): 2561-2574.
- Fitch, J.E. y R.J. Lavenberg. 1968. Deep-water teleostean fishes of California. California Natural History Guides: 25. University of California Press. E.U.A. 115 pp.
- Fitch, J.E. y R.J. Lavenberg. 1975. Tidepool and nearshore fishes of California. California Natural History Guides: 38. University of California Press. E.U.A. 156 pp.
- Fogel, M.L., N. Tuross y D.W. Owsley. 1989. Nitrogen isotope tracers of human lactation in modern and archeological populations. Annual Report Geophysical Laboratory, Carnegie Institution 1988-1989. Geophysical Laboratory, Carnegie Institution, Washington, D.C. 111-117.
- France, R.L. 1995. Carbon-13 enrichment in benthic compared to planktonic algae: Foodweb implications. *Marine Ecology Progress Series*. 124: 307-312.
- Francis, J.M. y C.B. Heath, 1991. The effects of El Niño on the frequency and sex ratio of suckling yearlings in the California sea lion. En: Trillmich, F. y K.A. Ono (Eds.). Pinnipeds and El Niño. Responses to environmental stress. Springer-Verlag, Berlin. 193-201.
- Froese, R. y D. Pauly. (Eds). 2003. Fishbase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. versión. 22 abril 2004.
- Fry, B., R.K. Anderson, L. Entzeroth, J.L. Bird y P.L. Parker. 1984. ¹³C enrichment and oceanic food web structure in the northwest Gulf of Mexico. *Contributions in Marine Science*. 27: 49-63.
- 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. UABCS. La Paz, B.C.S. México. 106 pp.
- García-Rodríguez, F.J. 1999. Cambios espaciales y estacionales en la estructura trófica y consumo del lobo marino de California *Zalophus californianus*, en la región de las grandes islas, Golfo de California. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. México. 85 pp.
- García-Rodríguez, F. J. y D. Aurióles-Gamboá. 2004. Spatial and temporal variation in the diet of the California sea lion (*Zalophus californianus*) in the Gulf of California, Mexico. *Fishery Bulletin*. 102(1): 47-62.
- Gentry R.L. 1998. Behavior and ecology of the northern fur seal. Princeton University Press, Princeton, NJ.

- Gilbert, J.Y. y W.E. Allen. 1943. The phytoplankton of the Gulf of California obtained by the “*E.W. Scripps*” in 1939 and 1940. *Journal of Marine Research*. 5(2): 89-110.
- Gilmartin, W.G., L.L. Eberhardt y T.C. Johanos. 1993. Survival Rates for the Hawaiian Monk Seal (*Monachus schauinslandi*). *Marine Mammal Science*. 9(4): 407-420.
- Greenwood, P.J. 1983. Mating systems and the evolutionary consequences of dispersal. En: Swingland, I.R. y P.J. Greenwood (Eds.) *The ecology of animal movement*. Clarendon, Oxford. 116-131.
- Grove, J.S. y R.J. Lavenberg. 1997. *The fishes of the Galápagos Islands*. Stanford University Press. Stanford. 863 pp.
- Gutiérrez, O.M. 2003. Censos y hábitos alimenticios del lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*) en la lobera “El Farallón de San Ignacio”, Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura. Universidad de Occidente. Los Mochis, Sinaloa, México. 47 pp.
- Haaker, P.L. 1975. The biology of the California halibut, *Paralichthys californicus* (Ayres) in Anaheim Bay. En: E. D. Lane y C. W. Hill (Eds.) *The Marine Resources of Anaheim Bay*. *Fishery Bulletin*. 165: 137-151.
- Hart, J.L. 1973. Pacific fishes of Canada. *Fisheries Research Board of Canada: Bulletin*. 180: 1-740.
- Harvey, J.T. 1989. Assessment of errors associated with harbour seal (*Phoca vitulina*) fecal sampling. *Journal of Zoology*. (Lond.). 219: 101-111.
- Hawes, D. 1983. An evaluation of California sea lion scat samples as indicators of prey importance. Masters' Thesis. San Francisco State University. San Francisco, CA. 50 pp.
- Heath, C.B. 1989. The behavioral ecology of the California sea lion, *Zalophus californianus*. Ph.D. Thesis. University of California, Santa Cruz, CA. 255 pp.
- Heath, C.B., K.A. Ono, D.J. Boness y J.M. Francis. 1991. The influence of El Niño on female attendance patterns in the California sea lion. En: Trillmich, F. y K.A. Ono (Eds.). *Pinnipeds and El Niño. Responses to environmental stress*. Springer-Verlag, Berlin. 138-145.
- Heemstra, P.C. 1995. Serranidae. Meros, serranos, guasetas, enjambres, baquetas, indios, loros, gallinas, cabrillas, garropas. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V. Niem (Eds.). *Guía FAO para Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacifico Centro-Oriental*. 3 Vol. FAO, Rome. 1565-1613.
- Hernández-Camacho, C.J. 2001. Tabla de vida del lobo marino de California *Zalophus californianus californianus* en la lobera Los Islotes, B.C.S., México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. México. 67 pp.
- Hilderbrand, G.V., S.D. Farley, C.T. Robbins, T.A. Hanley, K. Titus y C. Servheen. 1996. Use of stable isotopes to determine diets of living and extinct bears. *Canadian Journal of Zoology*. 74: 2080-2088.
- Hobson, K.A. 1990. Stable isotope analysis of marine bled murrelets: evidence for freshwater feeding and determination of trophic level. *Condor*. 92: 897-903.
- Hobson, K.A. y G.R. Clark. 1992a. Assessing avian diets using stable isotopes I: Turnover of ^{13}C in tissues. *Condor*. 94: 181-188.
- Hobson, K.A. y H.E. Welch. 1992. Determination of trophic relationships within a high arctic marine food web using $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ analysis. *Marine Ecology Progress Series*. 84: 9-18.
- Hobson, K.A. y J.L. Sease. 1998. Stable isotope analyses of tooth annuli reveal temporal dietary records: an example using Steller sea lions. *Marine Mammal Science*. 14: 116-129.
- Hobson, K.A., F.J. Piatt y J. Pitocchelli. 1994. Using stable isotopes to determine seabird trophic relationships. *Journal of animal ecology*. 63: 786-798.
- Hobson, K.A., B.N. McLellan y J.G. Woods. 2000. Using stable carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) isotopes to infer trophic relationships among black and grizzly bears in the upper Columbia River basin, British Columbia. *Canadian Journal of Zoology*. 78: 1332-1339.

- Hobson, K.A., M.D. Schell, D. Renouf y E. Noseworthy. 1996. Stable carbon and nitrogen isotopic fractionation between diet and tissues of captive seals: implications for dietary reconstructions involving marine mammals. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 53: 528-533.
- Hoffman, M. 1978. The use of Pielou's method to determine sample size in food studies. En: Lipovsky, S. y C. Simenstad (Eds.). *Fish Food Habits Studies Proceedings of the Second Pacific Northwest Technical Workshop*. Washington Sea Grant Publication. 56-61.
- Horn, H.S. 1966. Measurement of overlap in comparative ecological studies. *American Naturalist*. 100: 419-424.
- Hurlbert, S.H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology*. 59(1): 67-77.
- Jefferson, T.A., S. Leatherwood, y M.A. Webber. 1993. Marine mammals of the world. FAO Species Identification Guide. Food and Agriculture Organization. Roma. 320 pp.
- Jenkins, S.G., S.T. Partridge, T.R. Stephenson, S.D. Farley y C.T. Robbins. 2001. Nitrogen and carbon isotope fractionation between mothers, neonates, and nursing offspring. *Oecologia*. 129: 336-341.
- Jobling, M. 1987. Marine mammal faeces samples as indicators of prey importance – a source of error in bioenergetics studies. *Sarsia*. 72: 255-260.
- Keen, A. y E. Coan. 1974. Marine molluscan genera of western North America. Stanford University Press. E.U.A. 208 pp.
- Kelly, F.J. 2000. Stable isotopes of carbon and nitrogen in the study of avian and mammalian trophic ecology. *Canadian Journal of Zoology*. 78(1): 1-27.
- King, J.E. 1983. Seals of the world. 2d ed. Cornell University Press. London: British Museum of Natural History; Ithaca, N.Y. 154 pp.
- Koch, P.L., M.L. Fogel y N. Tuross. 1994. Tracing the diets of fossil animals using stable isotopes. En: Lajtha K. y R.H. Michener (Eds.) *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science*. Blackwell Scientific Publications, Boston. 63-92.
- Konchina, Y.V. y Y.P. Pavlov. 1995. On methods of determining the trophic status of species in ichthyocenoses. *Journal of Ichthyology*. 35(8):150-166.
- Krebs, C.J. 1999. Ecological methodology. Addison Wesley Longman. E.U.A. 620 pp
- Kucas, S.T. 1986. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Pacific southwest) - northern anchovy. *United States Fish and Wildlife Service Biology Report*. 82(11.50). U.S. Army Corps of Engineers, TR EL-82-4. 11 pp.
- Kuhn, C.E., D. Aurióles-Gamboa y D.P. Costa. 2004. Habitat utilization, diving and foraging behavior of adult female California sea lions (*Zalophus californianus*). En memorias de: XXIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, México. 78 pp.
- Kurle, C.M. y G.A.J. Worthy. 2001. Stable isotope assessment of temporal and geographic differences in feeding ecology of northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) and their prey. *Oecologia*. 126: 254-265.
- Kurle, C.M. y G.A.J. Worthy. 2002. Stable nitrogen and carbon isotope ratios in multiple tissues of the northern fur seal *Callorhinus ursinus*: implications for dietary and migratory reconstructions. *Marine Ecology Progress Series*. 236: 289-300.
- Lance, M.M., J.A. Orr, D.S. Riemer, J.M. Weise y L.J. Laake. 2001. Pinniped food habits and prey identification techniques protocol. NOAA. 1-35.
- Langton, R.W. 1982. Diet overlap between the Atlantic cod *Gadus Morhua*, silver hake *Merluccius bilinearis* and fifteen other northwest Atlantic finfish. U.S. National Marine Fisheries Service. *Fishery Bulletin*. 80: 745-759.

- Larson, R.C. y Sadiq, G. 1983. Facility locations with the Manhattan metric in the presence of barriers to travel. *Operations Research*. 31: 652-699.
- Le Boeuf, B.J., D. Auriolles-Gamboa, R. Condit, C. Fox, R. Gisiner, S. Romero y F. Sinsel. 1983. Size and distribution of the California sea lion (*Zalophus californianus*) population in Mexico. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. 43: 77-85.
- Levy, K.J. 1975a. Some multiple range tests for variances. *Educational and Psychological Measurement*. 35: 599-604.
- Levy, K.J. 1975c. An empirical comparison of several multiple range tests for variances. *Journal of the American Statistical Association*. 70: 180-183.
- Liden, K. y A. Angerbjorn. 1999. Dietary change and stable isotopes: a model of growth and dormancy in cave bears. *Proceedings of the Royal Society of London Serie Biologica*. 266: 1779-1783.
- Lluch-Cota, S.E., D.B. Lluch-Cota, D. Lluch-Belda, M.O. Nevárez-Martínez, A. Parés-Sierra y S. Hernández-Vázquez. 1999. Variability of sardine catch as related to enrichment, concentration and retention processes in the central Gulf of California. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*. 40: 184-190.
- Lowry, M.S., B.S. Stewart, C.B. Heath, P.K. Yochem y J.M. Francis. 1991. Seasonal and annual variability in the diet of California sea lions *Zalophus californianus* at San Nicolas Island, California, 1981-86. *Fishery Bulletin*. 89(2): 331-336.
- Lunn, N.J. y L.I. Boyd. 1991. Pupping-site fidelity of Antarctic fur seals at Bird Island, South Georgia. *Journal of Mammalogy*. 72(1): 202-206.
- Macko, S.A., W.Y. Lee y P.L. Parker. 1982. Nitrogen and carbon isotope fractionation by two species of marine amphipods: laboratory and field studies. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 63: 145-149.
- Maldonado, G.L. 1997. Digestión *in vitro* de otolitos de cuatro especies de peces que son alimento del lobo marino de California (*Zalophus californianus*), en México. Tesis de Licenciatura. UNAM. México. 45 pp.
- Marinone, S.G. y M.F. Lavín. 1997. Mareas y corrientes residuales en el Golfo de California. En: Lavín, M.F. (Ed.) Contribuciones a la Oceanología en México. Monografía No.3. Unión Geofísica Mexicana. 113-139.
- Markaida, U. y O. Sosa-Nishizaki. 2003. Food and feeding habits of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 83: 507-522.
- Mathisen, O.A., R.T. Baade y R.J. Lopp. 1962. Breeding habits, growth and stomach contents of the Steller sea lion in Alaska. *Journal of Mammalogy*. 43(4): 469-477.
- Maurel, D., C. Coutant, L. Boissin-Agasse y J. Boissin. 1986. Seasonal moulting patterns in three fur bearing mammals: the European badger (*Meles meles*), the red fox (*Vulpes vulpes*), and the mink (*Mustela vison*). A morphological and histological study. *Canadian Journal of Zoology*. 64: 1757-1764.
- McKay, R.J. y M. Schneider. 1995. Haemulidae. Burros, corocoros, chulas, gallinazos, roncós. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V. Niem (Eds.). Guía FAO para Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental. 3 Vols. FAO, Roma. 1136-1173.
- McMahon, C.R., Burton, H.R., y N.M. Bester. 1999. First-year survival of southern elephant seals, *Mirounga leonina*, at sub-Antarctic Macquarie Island. *Polar Biology*. 21: 279-284.
- Mearns, A.J., R.J. Olson, D.R. Young y H.A. Schafer. 1981. Trophic structure and the cesium-potassium ratio in pelagic ecosystems. *CalCOFI Rep*. XXII: 99-110.
- Mendo, J.A. 1984. Edad, crecimiento y algunos aspectos reproductivos y alimentarios de la caballa (*Scomber japonicus peruanus*). *Boletín-Instituto del mar del Perú*. 8:101-156.

- Minagawa, M. y E. Wada. 1984. Stepwise enrichment of ^{15}N along food chains: further evidence and the relation between $\delta^{15}\text{N}$ and animal age. *Geochimica Cosmochimica Acta*. 48: 1135-1140.
- Mizutani, H., Y. Kabaya y E. Wada. 1991. Nitrogen and carbon isotope compositions relate linearly in cormorant tissues and its diet. *Isotopenpraxis*. 27: 166-168.
- Mizutani, H., M. Fukuda y Y. Kabaya. 1992. ^{13}C and ^{15}N enrichment factors of feathers of 11 species of adult birds. *Ecology*. 73: 1391-1395.
- Nelson, D.E., A. Angerbjorn, K. Liden y I. Turk. 1998. Stable isotopes and the metabolism of the European cave bear. *Oecologia*. 116: 177-181.
- Newman, G.J. 1991. The study of diet and trophic relationships through natural abundance ^{13}C . En: Coleman, D.C. y Fry. B. (Eds.). Carbon isotope techniques. Academic Press. E.U.A. 201-218.
- Odell, D.K. 1975. Breeding biology of the California sea lion, *Zalophus californianus*. *Reú n. Con. Int. Explor. Mer.* 169: 374-378.
- Orr, A.J. 1998. Foraging characteristics and activity patterns of the California sea lion (*Zalophus californianus californianus*) in the Bay of La Paz, Baja California Sur, Mexico. Masters' Thesis. California State University, Fresno.
- Orr, A.J. y J. Harvey. 2001. Quantifying errors associated with using fecal samples to determine the diet of the California sea lion (*Zalophus californianus*). *Canadian Journal of Zoology*. 79(6): 1080-1087.
- Orta-Dávila, F. 1988. Hábitos alimentarios y censos globales del lobo marino (*Zalophus californianus*) en el Islote El Racito, Bahía de las Á nimas, Baja California, México, durante octubre 1986-1987. Tesis de Licenciatura. UABC. México. 59 pp.
- Owens, P.J.N. 1987. Natural variations in ^{15}N in the marine environment. *Advances in Marine Biology*. 24: 389-451.
- Passarella, K.C. y T.L. Hopkins. 1991. Species composition and food habits of the micronektonic cephalopod assemblage in the eastern Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science*. 49 (1-2): 638-659.
- Pauly, D., M. Soriano y M.L. Palomares. 1987. On improving the construction, parameterization and interpretation of steady-state multispecies models. En: 9th Shrimp and Finfish Fisheries Management Workshop, 7-9 diciembre 1987, Kuwait. 27 pp.
- Pauly, D., A.W. Trites, E. Capuli y V. Christensen. 1998. Diet composition and trophic levels of marine mammals. *ICES Journal of Marine Science*. 55: 467-481
- Peterson, R.S. y G.A. Bartholomew. 1967. The natural history and behavior of the California sea lion. *American Society of Mammalogists Special Publication*. 1: 79
- Peterson, B.J. y B. Fry. 1987. Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 18: 293-320.
- Pistorius, P.A., M.N. Bester y S.P. Kirkman. 1999. Survivorship of a declining population of southern elephant seals, *Mirounga leonina*, in relation to age, sex and cohort. *Oecologia*. 121: 201-211.
- Pitcher, K.W. 1980. Stomach contents and feces as indicators of harbor seal, *Phoca vitulina*, foods in the Gulf of Alaska. *Fishery Bulletin*. 78(3): 797-798.
- Pitcher, K.W. 1981. Prey of the Steller sea lion, *Eumetopias jubatus*, in the Gulf of Alaska. *Fishery Bulletin*. 79(3): 467-472.
- Porrás-Peters, H.J., D. Aurióles-Gamboa y S. Aguiñ iga. 2003. Position, breadth and trophic overlap of California sea lion *Zalophus californianus californianus* (Lesson, 1828) colonies of the Gulf of California, Mexico based on $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$. En memorias de: XV Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Greensboro, N.C. USA. 201 pp.

- Portsev, P.I., 1980. The feeding of the cutlassfish, *Trichiurus lepturus* (Trichiuridae), off the west coast of India. *Journal of Ichthyology*. 20(5): 60-65.
- Randall, J.E., 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. *Studies in Tropical Oceanography*. Miami 5:665-847.
- Rau, G.H., A.J. Mearns, D.R. Young, R.J. Olson, H.A. Schafer y I.R. Kaplan. 1983. Animal $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ correlates with trophic level in pelagic food webs. *Ecology*. 64(5): 1314-1318.
- Reiter, J., K.J. Panken y B.J. Le Boeuf. 1981. Female Competition and Reproductive Success in Northern Elephant Seals. *Animal Behaviour*. 29: 670-687.
- Rexstad, E.A. y E.K. Pikitch. 1986. Stomach contents and food consumption estimates of Pacific hake, *Merluccius productus*. *Fishery Bulletin*. 84(4): 947-956.
- Reynolds, J. y S. Rommel. 1999. Biology of marine mammals. Smithsonian. E.U.A. 578 pp.
- Roden, G.I. 1958. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California. *Pacific Science*. 12(1): 21-45.
- Roden, G.I. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. En: Van Andel, T.H. y G.G. Shor (Eds.) Marine geology of the Gulf of California: A Symposium, American Association Petrology Geological Memories. 30-58.
- Roden, G.I. y G.W. Groves. 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. *Journal of Marine Research*. 18(1): 10-35.
- Romero, S.A. 2000. Dieta del lobo marino (*Zalophus californianus californianus*) en 1998 y 1999 en la Isla de San Jorge, Sonora. Tesis de Maestría. CICESE. Ensenada, B.C. México. 87 pp.
- Round, F.E. 1967. The phytoplankton of the Gulf of California: Its composition, distribution and contribution to the sediments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 1:76-97.
- Rusnak, G.A., R.L. Fisher y F.P. Shepard. 1964. Bathymetry and faults of the Gulf of California. En: Van Andel, T.H. y G.G. Shor (Eds.) Marine geology of the Gulf of California: A Symposium, American Association Petrology Geological Memories. 59-75.
- Salazar-Godoy, A. 1989. Hábitos alimenticios, distribución y tamaño de la población del lobo marino *Zalophus californianus* en la isla de Cedros, B.C. México. Tesis de Licenciatura. UABC. México. 74 pp.
- Sánchez-Arias, M. 1992. Contribución al conocimiento de los hábitos alimentarios del lobo marino de California *Zalophus californianus* en las Islas Ángel de la Guarda y Granito, Golfo de California, México. Tesis de Licenciatura. UNAM. México. 63 pp.
- Santamaría del Ángel, E. y S. Álvarez-Borrego. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. *Journal of Geophysical Research*. 99(C4): 7411-7421.
- Scheffer, V.B. 1962. Pelage and surface topography of the northern fur seal. *North American Fauna*. 64:1-206.
- Scheffer, V.B y A.M. Johnson. 1963. Molt in the northern fur seal. *United States Fish and Wildlife Service Special Scientific Fish Report*. 450:1-34.
- Schoeninger, M. J. y M. J. DeNiro. 1984. Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 48: 625-639.
- Serra, R y I. Tsukayama, 1988. Sinopsis de datos biológicos y pesqueros de la sardina *Sardinops sagax sagax* en el Pacífico suroriental. FAO Sinop. Pesca (13) Rev.1-60.
- Smith, P.E. y Zaret, M.T. 1982. Bias in estimating niche overlap. *Ecology*. 63(5): 1248-1253.
- Tershy, B.R., D. Breese y S. Álvarez-Borrego. 1991. Increase in cetacean and seabird numbers in the Canal de Ballenas during an El Niño - Southern Oscillation event. *Marine Ecology Progress Series*. 69:299-302.

- Tieszen, L.L., T.W. Boutton, K.G. Tesdahl y N.A. Slade. 1983. Fractionation and turnover of stable carbon isotopes in animal tissues: implications for $\delta^{13}\text{C}$ analysis of diet. *Oecologia*. 57: 32-37.
- Tollit, D.J., M.J. Steward, P.M. Thompson, G.J. Pierce, M.B. Santos y S. Hughes. 1997. Species and size differences in the digestion of otoliths and beaks: implications for estimates of pinniped diet composition. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 54: 105-119.
- Trillmich, F. 1979. Galapagos sea lions and fur seals. *Not. Galapagos*. 29: 8-14.
- Vander Zanden, M.J. y J.B. Rasmussen. 2001. Variation in $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ trophic fractionation: Implications for aquatic food web studies. *Limnology and Oceanography*. 46(8): 2061-2066.
- Wada, E., R. Shibata y T. Torrii. 1975. ^{15}N abundance in nitrogen of naturally occurring substances and global assessment of denitrification from isotopic viewpoint. *Geochemical Journal*. 9: 139-148.
- Walker, B.W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. *Systematics Zoology*. 9: 123-133.
- Ward, J.H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*. 58: 236.
- Westneat, M.W., 2001. Labridae. Wrasses, hogfishes, razorfishes, corises, tuskfishes. En: K.E. Carpenter y V. Niem (Eds.) FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Vol. 6. Bony fishes part 4 (Labridae to Latimeriidae), estuarine crocodiles. FAO, Roma. 3381-3467.
- Whitehead, P.J.P., G.J. Nelson y T. Wongratana. 1988. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part 2 - Engraulididae. FAO Fish. Synop. 7(125) Pt. 2-579.
- Wynen, L., S. Goldworthy, S. Insley, M. Adams, J. Bickham, J. Francis, J. Gallo, A. Rus, P. Majluf, R. White y R. Slade. 2001. Phylogenetic relationships within the eared seals (Otariidae: Carnivora): Implications for the historical biogeography of the family. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 21(2): 270-284.
- Yamashita, Y., N. Piamthipmanus y K. Mochizuki. 1987. Gut contents analysis of fishes sampled from the Gulf of Thailand. En: K. Kawaguchi (Ed.) Studies on the mechanism of marine productivity in the shallow waters around the South China Sea with special reference to the Gulf of Thailand. Grant-in-Aid no. 61043019 for OSS, Ministry of Educ. Sci. and Culture, Japan. 33-55.
- Yochem, P.K., B.S. Stewart, R.L. DeLong y D.P. Demaster. 1987. Diel haulout patterns and site fidelity of harbor seals (*Phoca vitulina richardsi*) on San Miguel Island, California, in autumn. *Marine Mammal Science*. 3: 323-332.
- Zavala, G.A. 1993. Biología poblacional del lobo marino de California *Zalophus californianus californianus* (Lesson 1828), en la región de las grandes islas del Golfo de California, México. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 79 pp.

ANEXOS

Anexo I. Listado taxonómico de especies identificadas en este estudio (clasificación según Eschmeyer, 1998 y Keen y Coan, 1974).

Reino: Animalia
Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Superclase: Gnathostomata
Grado: Teleostomi
Clase: Actinopterygii
Orden: Clupeiformes
Familia: Clupeidae
Sardinops sagax (Jenyns, 1842)
Familia: Engraulidae
Cetengraulis mysticetus (Günther, 1867)
Engraulis mordax Girard, 1854
Orden: Osmeriformes
Familia: Argentinidae
Argentina sialis Gilbert, 1890
Orden: Aulopiformes
Familia: Aulopidae
Aulopus bajacali Parin y Kotlyar, 1984
Familia: Synodontidae
Subfamilia: Synodontinae
Synodus sp.1,2
Orden: Myctophiformes
Familia: Myctophidae
Myctophido sp.
Orden: Gadiformes
Familia: Macrouridae
Subfamilia: Macrourinae
Caelorinchus scaphopsis (Gilbert, 1890)
Familia: Moridae
Physiculus nematopus Gilbert, 1890
Familia: Merlucciidae
Subfamilia: Merlucciinae
Merluccius angustimanus Garman, 1899
Merluccius productus (Ayres, 1855)
Orden: Ophidiiformes
Familia: Ophidiidae
Ophidiido sp.
Subfamilia: Brotulinae
Brotula sp. (Girard, 1858)

Subfamilia: Ophidiinae
 Chilaria taylori (Girard, 1858)
 Lepophidium prorates (Jordan y Bollman, 1890)

Orden: Batrachoidiformes
 Familia: Batrachoididae
 Porichthys sp.

Orden: Scorpaeniformes
 Suborden: Scorpaenoidei
 Familia: Scorpaenidae
 Scorpaenido sp.

 Subfamilia: Scorpaeninae
 Pontinus furcirhinus Garman, 1899

 Familia: Sebastidae
 Subfamilia: Sebastinae
 Sebastes exsul Chen, 1971
 Sebastes macdonaldi (Eigenmann y Beeson, 1893)

Orden: Perciformes
 Suborden: Percoidei
 Familia: Serranidae
 Serranido sp.

 Subfamilia: Serraninae
 Diplectrum pacificum Meek y Hildebrand, 1925
 Serranus aequidens Gilbert, 1890

 Subfamilia: Anthiinae
 Hemanthias peruanus (Steindachner, 1875)
 Pronotogrammus eos Gilbert, 1890
 Pronotogrammus multifasciatus Gill, 1863

 Familia: Sciaenidae
 Cynoscion parvipinnis Ayres, 1861
 Roncador stearnsii (Steindachner, 1876)
 Sciaenido sp.

 Familia: Malacanthidae
 Subfamilia: Branchiosteginae
 Caulolatilus princeps (Jenyns, 1840)

 Familia: Carangidae
 Selar crumenophthalmus (Bloch, 1793)
 Trachurus symmetricus (Ayres, 1855)

 Familia: Haemulidae
 Anisotremus davidsonii (Steindachner, 1876)
 Haemulopsis leuciscus (Günther, 1864)
 Haemulido sp.

Suborden: Labroidei

Familia: Labridae
Subfamilia: Bodianinae
Bodianus diplotaenia (Gill, 1862)

Suborden: Gobioidi
Familia: Gobiidae
Bollmannia sp.

Suborden: Scombroidei
Familia: Trichiuridae
Subfamilia: Trichiurinae
Trichiurus lepturus Linnaeus, 1758

Familia: Scombridae
Scomber japonicus Houttuyn, 1782

Orden: Pleuronectiformes
Familia: Paralichthyidae
Citharichthys stigmaeus Jordan y Gilbert, 1882
Paralichthys californicus (Ayres, 1859)

Familia: Cynoglossidae
Subfamilia: Symphurinae
Symphurus sp.

Phylum: Mollusca
Clase: Cephalopoda
Subclas: Coleoidea
Superorden: Decapodiformes
Orden: Teuthoidea
Suborden: Oegopsida
Familia: Enoploteuthidae
Subfamilia: Enoploteuthinae
Abraliopsis affinis (Pfeffer, 1912)

Familia: Cranchiidae
Subfamilia: Cranchiinae
Leachia pacifica

Suborden: Myopsida
Familia: Loliginidae
Lolliguncula panamensis Berry, 1911

Superorden: Octopodiformes
Orden: Octopoda
Suborden: Incirrata
Familia: Alloposidae
Haliphron atlanticus Steenstrup, 1861

Familia: Octopodidae
Subfamilia: Octopodinae
Octopus sp.

Anexo III. Presas del lobo marino de diferentes colonias reproductoras del Golfo de California en la temporada reproductiva del 2002 identificadas a partir de otolitos y picos de cefalópodos.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TALLA MÁXIMA (cm)	AMBIENTE	PROFUNDIDAD (m)
PECES					
Argentinidae	<i>Argentina sialis</i>	Argentina del Pacífico	22	demersal; salobre; marino; aguas profundas	11 - 274
Aulopidae	<i>Aulopus bajacali</i>	Lagarto del pacífico oriental	24.6	demersal; marino	82 - 230
Batrachoididae	<i>Porichthys</i> sp.	Pez sapo	27.6	demersal; marino	0 - 224
Carangidae	<i>Selar crumenophthalmus</i>	Chicharro ojo n	70	arrecifal; marino	0 - 170
	<i>Trachurus symmetricus</i>	Charrito	81	pelágico; oceánico; marino	0 - 400
Clupeidae	<i>Sardinops sagax</i>	Sardina Monterrey	39.5	pelágico; oceánico; marino	0 - 200
Cynoglossidae	<i>Symphurus</i> sp.	Lengua	8.2 - 23.3	bentónico; aguas someras	0 - 120
Engraulidae	<i>Cetengraulis mysticetus</i>	Anchoqueta del Pacífico	17.5	pelágico; salobre	25
	<i>Engraulis mordax</i>	Anchoqueta norteña	24.8	pelágico; marino	0 - 300
Gobiidae	<i>Bollmannia</i> sp.	Gobio	2 - 4	demersal; marino	0 - 800
Haemulidae	<i>Anisotremus davidsoni</i>	Burro piedrero	58	demersal; marino	0 - 40
	<i>Haemulon</i> sp.	Ronco	35 - 42	demersal; costero; marino	.....
	<i>Haemulopsis leuciscus</i>	Ronco roncacho	37	demersal; marino; salobre	.....
Labridae	<i>Bodianus diplotaenia</i>	Vieja	76	arrecifal; marino	5 - 76 m
Macrouridae	<i>Caelorinchus scaphopsis</i>	Granadero carepala	34	bentopelágico; marino; aguas profundas	180 - 300
Malacanthidae	<i>Caulolatilus princeps</i>	Blanquillo fino	102	arrecifal; marino	10 - 91 m
Merlucciidae	<i>Merluccius angustimanus</i>	Merluza	40	demersal; marino	80 - 500
	<i>Merluccius productus</i>	Merluza norteña	91	pelágico; salobre; marino	0 - 1000
Moridae	<i>Physiculus nematopus</i>	Carbonera de fango	26	demersal; marino	18 - 1271
Myctophidae	Myctophido sp.	Pez linterna	2 - 30	mesopelágico; marino	0 - 2000
Ophidiidae	<i>Brotula</i> sp.	Brótula de Clark	82	bentopelágico; marino	650
	<i>Chilara taylori</i>	Spotted cusk-eel	37	demersal; salobre; marino	0 - 280
	<i>Lepophidium prorates</i>	Congriperla cornuda	27.1	demersal; marino	4 - 90 m
	Ophidiido sp.	.....	.....	.....	.....
Paralichthyidae	<i>Citharichthys stigmatæus</i>	Lenguado pecoso	17	demersal; marino	549
	<i>Paralichthys californicus</i>	Lenguado de California	152	demersal; oceánico; salobre; marino	0 - 183
Sciaenidae	<i>Cynoscion parvipinnis</i>	Corvina azul	69	demersal; marino	
	<i>Roncador stearnsii</i>	Corvina de aleta manchada	70	demersal; marino	0-15
	Sciaenido sp.	.....	.....	.....	.....

Anexo III. Continuación

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TALLA MÁXIMA (cm)	AMBIENTE	PROFUNDIDAD (m)
Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>	Macarela del Pacífico	64	pelágico; oceánico; marino	0-300
Scorpaenidae	<i>Pontinus furcirhinus</i>	Lapón rojo	24.5	batidemersal; marino; aguas profundas	300
	Scorpaenido sp.	.....	.....	.....	.....
Sebastidae	<i>Sebastes exsul</i>	Rocote del Golfo	21.2	demersal; marino	110-200
	<i>Sebastes macdonaldi</i>	Rocote mexicano	66	demersal; marino	91-350
Serranidae	<i>Diplectrum pacificum</i>	Serrano cabaicucho	28	demersal; marino	1-90
	<i>Hemanthias peruanus</i>	Mero manchado	45	pelágico; marino	20-120
	<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>	Serrano baga	26	demersal; marino	40-200
	<i>Pronotogrammus eos</i>	Serrano ojo n	18	batidemersal; marino; aguas profundas	155-325
	<i>Serranus aequidens</i>	.....	23	demersal; marino	.....
	Serranido sp.	.....	.....	.....	.....
Synodontidae	<i>Synodus</i> sp.1	Lagarto	.....	.....	275
	<i>Synodus</i> sp.2	Lagarto	.....	.....	275
Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	Pez sable	234	bentopelágico; marino; salobre	0-400
	ER26C	.....	.....	.....	.....
	LI18C	.....	.....	.....	.....
	FSI6C	.....	.....	.....	.....
	FSI21C	.....	.....	.....	.....
	RASO196-1	.....	.....	.....	.....
	RC31C	.....	.....	.....	.....
	SPM8C	.....	.....	.....	.....
	SPN3C	.....	.....	.....	.....
	SPN3C1	.....	.....	.....	.....
	SPN3C2	.....	.....	.....	.....
CEFALÓPODOS					
Alloposidae	<i>Haliphron atlanticus</i>	.....	15-40 (manto)	.....	.....
Cranchiidae	<i>Leachia pacifica</i>	.....	4-20 (manto)	pelágico	.....
Enoploteuthidae	<i>Abraliopsis affinis</i>	.....	4 (manto)	pelágico	.....
Loliginidae	<i>Lolliguncula panamensis</i>	Calamar dedal panameño	8-11 (manto)	demersal	0-70
Octopodidae	<i>Octopus</i> sp.	.....	.....	.....	.....

Anexo IV. Resumen de la dieta de las presas identificadas de lobo marino dentro del Golfo de California y del nivel trófico asignado.

ESPECIE PRESA	DIETA	NIVEL TRÓFICO ASIGNADO	REFERENCIA (Nivel trófico)
PECES			
<i>Sardinops sagax</i>	fitoplancton: diatomeas, dinoflagelados; zoobentos: moluscos, anélidos; zooplancton: crustáceos	2.43 (3)	Serra y Tsukayama, 1988
<i>Hemanthias peruanus</i>	fitoplancton y zooplancton	2.66 (2)	Heemstra, 1995
<i>Cetengraulis mysticetus</i>	fitoplancton: diatomeas, dinoflagelados; zooplancton: crustáceos	2.67 (2)	Whitehead <i>et al.</i> , 1988
<i>Engraulis mordax</i>	detritus: debris; fitoplancton: diatomeas, dinoflagelados; zoobentos: crustáceos, moluscos; zooplancton: huevos, larvas, crustáceos	2.96 (3)	Kucas, 1986
<i>Caulolatilus princeps</i>	No hay información de dieta	3.01 (4)	Froese y Pauly, 2003
<i>Haemulopsis leuciscus</i>	No hay información de dieta	3.03 (4)	Froese y Pauly, 2003
<i>Pronotogrammus eos</i>	No hay información de dieta	3.04 (4)	Froese y Pauly, 2003
<i>Aulopus bajacali</i>	No hay información de dieta	3.07 (4)	Froese y Pauly, 2003
<i>Caelorinchus scaphopsis</i>	No hay información de dieta	3.07 (4)	Froese y Pauly, 2003
<i>Sebastes exsul</i>	No hay información de dieta	3.08 (4)	Froese y Pauly, 2003
<i>Scomber japonicus</i>	necton: peces; zoobentos: anélidos, crustáceos; zooplancton: crustáceos	3.09 (3)	Mendo, 1984
<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>	zooplancton: crustáceos	3.1 (1)	Eschmeyer <i>et al.</i> , 1983
<i>Argentina sialis</i>	zooplancton: crustáceos	3.1 (1)	Fitch y Lavenberg, 1968
Myctophido sp.	necton: peces; zooplancton: crustáceos, huevos, larvas de peces, ostrácodos, quetognatos	3.1 (4) - <i>*Benthoosema panamense;</i> <i>Triphoturus mexicanus</i>	Froese y Pauly, 2003
<i>Sebastes macdonaldi</i>	No hay información de dieta	3.11 (4)	Froese y Pauly, 2003
Ophidiido sp.	No hay información de dieta	3.14 (4) - <i>*Cherublemma emmelas</i>	Froese y Pauly, 2003
<i>Lepophidium prorates</i>	No hay información de dieta	3.15 (4)	Froese y Pauly, 2003
<i>Bollmannia</i> sp.	no hay información de dieta	3.22 (4) - <i>*B. macropoma</i>	Froese y Pauly, 2003
<i>Haemulon</i> sp.	zoobentos: invertebrados	3.29 (1,4) - <i>*H.flaviguttatum;</i> <i>H.steindachneri</i>	Courtenay y Sahlman, 1978; Froese y Pauly, 2003
Scorpaenido sp.	No hay información de dieta	3.3 (4) - <i>*Scorpaena mystes</i>	Froese y Pauly, 2003
<i>Serranus aequidens</i>	No hay información de dieta	3.33 (4)	Froese y Pauly, 2003
<i>Pontinus furcirhinus</i>	No hay información de dieta	3.34 (4) - <i>*P. sierra</i>	Froese y Pauly, 2003
<i>Physiculus nematopus</i>	zooplancton: crustáceos	3.4 (1)	Grove y Lavenberg, 1997
<i>Bodianus diplotaenia</i>	necton: peces; zoobentos: moluscos, crustáceos, anélidos, equinodermos; zooplancton: crustáceos	3.44 (2)	Westneat, 2001

Anexo IV. Continuació n

ESPECIE PRESA	DIETA	NIVEL TRÓ FICO ASIGNADO	REFERENCIA (Nivel tró fico)
<i>Merluccius angustimanus</i>	No hay informaci3n de dieta	3.44 (4)	Froese y Pauly, 2003
<i>Symphurus</i> sp.	zoobentos: invertebrados	3.5 (1) - * <i>S. atramentatus</i>	Grove y Lavenberg, 1997
Serranido sp.	necton: peces; zoobentos: crustáceos	3.51 (1,4) - * <i>Diplectrum pacificum</i> ; <i>D. macropoma</i> ; <i>D. labarum</i> ; <i>Epinephelus niphobles</i> ; <i>Hemanthias</i> <i>signifer</i>	Froese y Pauly, 2003; Heemstra, 1995
<i>Trachurus symmetricus</i>	necton: peces, cefalópodos; zoobentos: crustáceos, ostracodos, cefalópodos, anélidos; zooplancton: crustáceos	3.56 (3)	Konchina y Pavlov, 1995
<i>Citharichthys stigmatæus</i>	necton: peces; zoobentos: crustáceos, anélidos	3.69 (2)	Fitch y Lavenberg, 1975
<i>Porichthys</i> sp.	necton: peces óseos; zoobentos: crustáceos; zooplancton: crustáceos	3.71 (2) - * <i>P. notatus</i>	Hart, 1973
<i>Chilara taylori</i>	necton: peces; zoobentos: crustáceos; zooplancton: crustáceos	4.07 (2)	Fitch y Lavenberg, 1968
<i>Selar crumenophthalmus</i>	detritus: debris; necton: peces; zoobentos; crustáceos, moluscos, anélidos; zooplancton: crustáceos	4.1 (3)	Yamashita <i>et al.</i> , 1987
<i>Merluccius productus</i>	necton: peces; zoobentos: crustáceos; zooplancton: crustáceos	4.35 (3)	Rexstad y Pikitch, 1986
<i>Trichiurus lepturus</i>	necton: cefalópodos, peces; zoobentos: crustáceos; zooplancton: crustáceos	4.45 (3)	Portsev, 1980
<i>Synodus</i> sp.1, 2	necton: peces óseos	4.53 (1) - * <i>S. synodus</i> ; <i>S. scituliceps</i> ; <i>S. lucioceps</i> ; <i>S. lacertinus</i>	Bussing y Lavenberg, 1995; Grove y Lavenberg, 1997; Randall, 1967
<i>Brotula</i> sp.	No hay informaci3n de dieta	3.82 (4) - * <i>Brotula clarkae</i>	Froese y Pauly, 2003
<i>Roncador stearnsii</i>	zoobentos: crustáceos bentónicos, moluscos, anélidos	3.31 (2)	Eschmeyer <i>et al.</i> , 1983.
<i>Paralichthys californicus</i>	necton: cefalópodos y peces	4.5 (2)	Haaker, 1975.
<i>Diplectrum pacificum</i>	necton: peces; zoobentos: crustáceos bentónicos	3.99 (2)	Heemstra, 1995.
Sciaenido sp.	No hay informaci3n de dieta	3.48 (4) - *	Froese y Pauly, 2003
<i>Anisotremus davidsonii</i>	zoobentos: crustáceos bentónicos, moluscos y otros invertebrados bentónicos	3.54 (2)	McKay y Schneider, 1995.
<i>Cynoscion parvipinnis</i>	necton: peces	4.5 (1)	Chao, 1995.
LI-18C; FSI-6C; FSI-21C SPN-3C1,2; SPM-8C; ER-26C; RC-31C	No hay informaci3n de dieta	3.3 (6)	Pauly <i>et al.</i> , 1998

Anexo IV. Continuació n

ESPECIE PRESA	DIETA	NIVEL TRÓ FICO ASIGNADO	REFERENCIA (Nivel tró fico)
CEFALÓ PODOS			
<i>Abrialopsis affinis</i>	necton: peces; zooplancton: crustáceos, moluscos, anélidos	3.2 (5)	Pauly <i>et al.</i> , 1998
<i>Leachia pacifica</i>	necton: peces; zooplancton: crustáceos, moluscos, anélidos	3.2 (5)	Pauly <i>et al.</i> , 1998
<i>Lolliguncula panamensis</i>	necton: peces; zooplancton: crustáceos	3.7 (3)	Passarella y Hopkins, 1991
<i>Haliphron atlanticus</i>	No hay informaci3n de dieta	3.71 (5)	Pauly <i>et al.</i> , 1998
<i>Octopus sp.</i>	No hay informaci3n de dieta	3.71 (5)	Pauly <i>et al.</i> , 1998

¹ Nivel tró fico tentativo derivado a partir de 1 +nivel de una sola presa

² Nivel tró fico estimado a partir de un nú mero de presas

³ Nivel tró fico estimado a partir de la composici3n de la dieta

⁴ Nivel tró fico estimado a partir de pará metros de Ecopath

⁵ Nivel tró fico asignado a pequeños calamares (especies con longitud de manto hasta de 50 cm.)

⁶ Nivel tró fico asignado a peces miscelá neos

*Asignaci3n de un nivel tró fico de otra presa con espectro alimentario semejante

Anexo V. Prueba de normalidad (Kolmogorov-Smirnov)

Colonias reproductoras	$\delta^{15}\text{N}$ (d)	$\delta^{13}\text{C}$ (d)	p
2000			
Los Islotes	.22058	.18227	> .20
San Pedro Mártir	.18231	.30371	> .20
San Esteban	.20001	.19305	> .20
El Partido	.20061	.22046	> .20
Los Machos	.15132	.20270	> .20
Isla Granito	.17798	.13238	> .20
Los Cantiles	.10896	.18549	> .20
2002			
Los Islotes	.13795	.21809	> .20
Farallón de San Ignacio	.20030	.19266	> .20
San Pedro Nolasco	.15201	.18890	> .20
San Pedro Mártir	.16315	.18719	> .20
San Esteban	.10395	.19642	> .20
El Rasito	.16268	.15415	> .20
El Partido	.17991	.24794	> .20
Isla Granito	.18706	.20283	> .20
Los Cantiles	.15780	.16977	> .20
Isla Lobos	.22565	.24054	> .20
Rocas Consag	.20651	.18191	> .20

Anexo VI. Prueba de homogeneidad de variancias (Bartlett).

Año	Efecto	Variable	Chi cuadrada	gl	p
2000	Colonia	$\delta^{15}\text{N}$	8.22085	6	0.222366
		$\delta^{13}\text{C}$	19.73144	6	0.003091
2002	Colonia	$\delta^{15}\text{N}$	13.17378	10	0.214117
		$\delta^{13}\text{C}$	15.18229	10	0.125556

Anexo VII. Comparaciones múltiples entre variancias de las señales isotópicas de carbono de colonias reproductoras del lobo marino durante la temporada reproductiva del 2000. Los valores en negritas indican diferencias significativas entre las variancias de dos colonias.

(B vs. A)	(lnS ² B-lnS ² A)	SE	<i>q</i>	<i>q</i> 0.05,∞,7
5 vs.2	1.16280992	0.486	2.39304307	4.17
5 vs.7	1.571462454	0.474	3.31293374	4.17
5 vs.6	2.396593068	0.5	4.79318614	4.17
5 vs.4	2.544155415	0.486	5.23582865	4.17
5 vs.1	2.827395633	0.5	5.65479127	4.17
5 vs.3	2.911275197	0.518	5.62511809	4.17
2 vs.7	0.408652534	0.459	0.88940312	4.17
2 vs.6	1.233783148	0.486	2.53910477	4.17
2 vs.4	1.381345495	0.471	2.9302763	4.17
2 vs.1	1.664585713	0.486	3.42568914	4.17
2 vs.3	1.748465277	0.504	3.46950322	4.17
7 vs.6	0.825130614	0.474	1.73952807	4.17
7 vs.4	0.972692961	0.459	2.11699692	4.17
7 vs.1	1.255933179	0.474	2.64773962	4.17
7 vs.3	1.339812742	0.493	2.71874617	4.17
6 vs.4	0.147562347	0.486	0.3036808	4.17
6 vs.1	0.430802565	0.5	0.86160513	4.17
6 vs.3	0.514682129	0.518	0.99446035	4.17
4 vs.1	0.283240218	0.486	0.58290356	4.17
4 vs.3	0.367119781	0.504	0.72848073	4.17
1 vs.3	0.083879563	0.518	0.16207071	4.17

Los Islotes (1); San Pedro Mártir (2); San Esteban (3); El Partido (4); Los Machos (5); Isla Granito (6); Los Cantiles (7)