

Informe final* del Proyecto H081
Ecología poblacional y alimentaria del lobo marino de California en la Bahía de La Paz,
BCS, Golfo de California

Responsable: Dr. David Auriolos Gamboa

Institución: Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas Departamento de Pesquerías y Biología Marina

Dirección: Apartado Postal 592, La Paz, BCS, 23096 , México
Av Instituto Politécnico Nacional S/N, Playa Palo de Santa Rita, La Paz, BCS, 23096 , México

Correo electrónico: dgamboa@vmredipn.ipn.mx

Teléfono/Fax: 91(112) 2 5344, 91(112) 2 5366 Fax: 91(112) 2 5322

Fecha de inicio: Mayo 15, 1996

Fecha de término: Junio 10, 1997

Principales resultados: Hojas de cálculo, Informe final

Forma de citar el informe final y otros resultados:** Auriolos Gamboa, D., 1999. Ecología poblacional y alimentaria del lobo marino de California en la Bahía de La Paz, BCS, Golfo de California. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H081.** México D. F.

Forma de citar Hoja de cálculo Auriolos Gamboa, D., 1999. Ecología poblacional y alimentaria del lobo marino de California en la Bahía de La Paz, BCS, Golfo de California. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. **Hoja de cálculo SNIB-CONABIO proyecto No. H081.** México D. F.

Resumen:

Este proyecto culminó un estudio de largo plazo sobre dinámica poblacional y apoyó un estudio de ecología alimenticia del lobo marino de los Islotes, B.C.S. Se completó una base de registros de 190 animales marcados entre 1980 y 1984, que fueron seguidos sistemáticamente con el fin de medir su supervivencia. De manera complementaria se realizó un estudio sobre los patrones de buceo (con registradores de tiempo y profundidad) y sobre los hábitos complementarios (mediante la recuperación de otolitos y picos de calamar en las excretas) durante el periodo reproductivo de 1996. Se determinaron las curvas de supervivencia de los 12 a los 16 años, según la generación, encontrándose entre otros aspectos los siguientes: 1) Los machos presentan una mayor mortalidad desde el primer año de vida, pero ésta se acentúa significativamente a partir de la madurez sexual (cinco años), provocando que cuando los machos alcanzan la madurez física (diez años), la proporción sexual sea alrededor de 1:2.09 machos-hembras. 2) Las hembras adultas pasan entre el sexto y el décimo año de edad por un periodo de mortalidad casi cero. 3) De manera global, la supervivencia estimada al año 12 fue similar para las generaciones 1980,1982 y 1983, muy baja para la de 1981 y muy alta para la nacida en 1984. Los eventos El Niño de 1982-83, 1987-88 y 1992-93, no tuvieron efecto aparente en la supervivencia de las distintas generaciones. El estudio del patrón de buceo indicó que las hembras reproductoras realizaron buceos de alimentación con una duración promedio de 2.5 minutos, una duración máxima de 15 minutos, una profundidad promedio de 40 metros y una máxima de 164 m. La mayoría de los buceos (89%) estuvieron por debajo del tiempo denominado, límite de buceo aerobio, es decir, fueron fisiológicamente poco costosos. Las especies más importantes en la alimentación del lobo marino en el verano de 1996 fueron cuatro; el charrito (*Porichthys notatus*), el ojetón (*Selar crumenophthalmus*), y las lobinas de profundidad (*Pronotogrammus eos* y *P. multifasciatus*), que juntas significaron el 97% de las presas. Simultáneamente realizamos un estudio conductual en hembras reproductoras para identificar entre distintas variables conductoras, aquellas que pudieran predecir mejor el crecimiento óptimo de sus crías. La duración de los viajes de alimentación (el tiempo que están fuera de la lobera)

parece ser el mejor indicador de la condición corporal de los críos, donde a menor duración del viaje, mejor condición corporal de los mismos. Las hembras con cría que regresan rápido de sus viajes de alimentación, parecen alimentarse más eficientemente, pudiendo destinar más tiempo a cuidar y amamantar a sus críos.

- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
- ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

INFORME FINAL PARA CONABIO

**PROYECTO: *ECOLOGIA POBLACIONAL Y ALIMENTARIA DEL LOBO MARINO
DE CALIFORNIA EN LA BAHIA DE LA PAZ, B. C. S., GOLFO DE
CALIFORNIA***

1

(CLAVE F13285/1-1081/96)

RESPONSABLE DEL PROYECTO: DR. DAVID AURIOLES GAMBOA

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

PARTICIPANTES EN ESTE PROYECTO

Dr. David Auriolos Gamboa

Biól. Caludia Janetl Hernández Camacho (Ecología poblacional) Biól.

María Elena Durán Lizarraga (Ecología alimentaria)

Biól. María de la Concepción García Aguilar (Ecología conductual) Biól.

Silvia Avilés Torres (Técnico)

PARTICIPANTES EN EL TRABAJO DE CAMPO

NOMBRE

INSTITUCION

Biól. Julio Prieto Salgado

UNAM

Biól. Tomo Eguchi

Moss Landing Marine Labs.

Dr. David Berrón

CONVIMAR

Baja Expeditions

Sandy Lanhgan

M.C. Diane Gendron CICIMAR M.C. Maclovio Obeso CICIMAR

Biól. Ruben Valles CICIMAR Biól. Efren Hernández UABCS Biól.

Sebastián Luque CICIMAR Enrique Calvillo CICIMAR Javier

Alvarez CICIMAR Ciro Arista CICIMAR Biól. Lidya García

CICIMAR Dr. David Auriolos Gamboa CICIMAR Biól. Claudia

Janetl Hernández C. CICIMAR Biól. María Elena Durán Lizarraga

CICIMAR Biól. María Concepción García A. CICIMAR Biól.

Francisco García R. CICIMAR Biól, Silvia Avilés Torres

CICIMAR

CONTENIDO

Capítulo I. ECOLOGIA POBLACIONAL

INTRODUCCION	1
MATERIAL Y METODOS	1
RESULTADOS Y DISCUSION	11
CONCLUSIONES	28
LITERATURA CITADA	29

Capítulo II. ECOLOGIA ALIMENTARIA

INTRODUCCION	31
MATERIAL Y METODOS	33
RESULTADOS Y DISCUSION	36
CONCLUSIONES	51
LITERATURA CITADA	53

Capítulo III. ECOLOGIA DE LA CONDUCTA

INTRODUCCION	57
MATERIAL Y METODOS	58
RESULTADOS	60
DISCUSION	74
CONCLUSIONES	75
LITERATURA CITADA	76

Capítulo IV. ANALISIS DE LA ACTIVIDAD PESQUERA

INTRODUCCION	77
MATERIAL Y METODOS	77
RESULTADOS Y DISCUSION	86
CONCLUSIONES	120
LITERATURA CITADA	121

Capítulo I

ECOLOGIA POBLACIONAL

Claudia Janetl Hernández Camacho y David Auriolos Gamboa

INTRODUCCION

El marcaje de cinco generaciones de lobo marino de California a principios de los años ochentas, en la Lobera Los Islotes, Bahía de La Paz, marcó el inicio de un estudio sistemático y de largo plazo, que ha permitido conocer algunos aspectos sobre la dinámica de esa población. Desde el año de marcaje se han efectuado visitas mensuales a la isla con la finalidad de registrar a los individuos marcados que ahí se encuentren. En esta tarea han participado varias instituciones; el CIBNOR en La Paz, B. C. S., La Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) y la Escuela para Estudios en el campo (SFS); En el año de 1996 Hernández (1996) elaboró las curvas de supervivencia por sexo, con la información disponible hasta el año de 1994.

Como parte de este proyecto sobre Ecología de lobo marino, retomamos toda esa información y hemos dado continuidad al monitoreo de las generaciones marcadas, lo que permitió completar las curvas de supervivencia previamente realizadas y elaborar las tablas de vida por sexo, cubriendo como mínimo 12 años de vida de los organismos. La segunda parte de éste trabajo, consistió en el análisis del tamaño y estructura de la población para el periodo 1996-1997 a través de censos poblacionales categorizados. Nuestros resultados sugieren que, de acuerdo a las estimaciones del tamaño poblacional de las últimas dos décadas, la lobera se encuentra en buenas condiciones.

MATERIALES Y METODOS

Marcaje y seguimiento de individuos.

En la temporada reproductiva de los años de 1980, 1981, 1982, 1983 y 1984, personal del Centro de Investigaciones Biológicas (CIBNOR) efectuó el marcaje con hierro caliente de cinco generaciones de lobo marino, utilizando diferentes combinaciones de números y letras (V, I, L y T), de acuerdo a la generación en cuestión (Tabla 1 y Tabla 2; archivo: marcas.xls). Las marcas tenían una longitud de 8 cm aproximadamente y se colocaron en la parte trasera del cuerpo en dirección cola->cabeza.

Inmediato al marcaje se inició el rastreo de los individuos, alrededor de la isla (Tabla 3). Los primeros cinco años estuvieron a cargo del equipo del CIBNOR, quienes buscaban desde

tierra, embarcaciones y bajo el agua, usando binoculares, cámara fotográfica y equipo de buceo. La búsqueda se efectuó casi mensualmente y el esfuerzo de trabajo era de dos días/mes (2-4 hrs/día). Entre los años 1985 y 1989 no se monitoreó la zona, por lo que no se tiene ninguna información. Para el periodo 1989-1994 la Universidad Autónoma de Baja California Sur y la School for Field Studies registraban y fotografiaban a los animales marcados que encontraban durante sus actividades de trabajo. A partir de 1994 se efectuaron monitoreos intensivos como en los primeros años; para el periodo 1994-1995 Hernández (1996) visitó la lobera durante seis meses (x 6 días/mes, invirtiendo de 5-6 hrs. diarias). Los seguimientos se realizaron desde tierra y embarcación, utilizando binoculares (20 x 50) y cámara fotográfica con telefoto. El apoyo financiero otorgado a este proyecto permitió continuar con la búsqueda de los lobos marinos marcados, durante las cuatro estaciones del año para el periodo 1996-1997 (Tabla 3).

Las observaciones se realizaron desde tierra y se complementaron con recorridos alrededor de la isla en una embarcación menor con el fin de localizar individuos marcados que se encontraran en otras áreas que no fueran las de estudio. Cuando se identificaba un animal marcado se registraba el día, hora, área del avistamiento y en el caso de las hembras si tenían un crío y/o juvenil a su cargo, y para los machos si mantenían un territorio (ésto únicamente en la temporada reproductiva); En el archivo regconab.xls se presentan todos los registros realizados para el periodo 1996-1997.

Tabla 1. Relación de críos marcados para cada sexo por generación, en la lobera Los Islotes, Golfo de California, México.

GENERACION	ANIMALES MARCADOS		% RESPECTO AL TOTAL DE NACIMIENTOS
	Macho	Hembra	
1980	17	8	65
1981	18	17	76
1982	20	17	68.5
1983	24	26	100
1984	19	24	87.8
TOTAL	98	92	

Tabla 2. Relación de individuos marcados por sexo para cada una de las cinco

GENERACION 1980		GENERACION 1981*		GENERACION 1982	
Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra
V	VT	I	IV	0	002
VV	VVV	T	IT	01	1
VVT	VVL	V	TI	02	2
VLL	VTL	II	TT	11	00
VLT	T	VI	VT	20	10
VTV	TTT	III	VV	22	12
TT	LLL	VTV	LV	000	21
TL	LTL	VTT	VLI	001	020
TV		TVI	TTI	010	100
TLL		TVT	TII	011	111
TLV		TIT	TIV	012	112
TVL		IIT	+	021	121
L		ITV	IVI	022	122
LL		ITI	IVV	101	200
LVT		ITT	VII	201	202
LVL		IVT	VIV	210	211
TTV		VIT	VVI	221	212
		VVT		102	
				120	
				110	

continuación...

GENERACION 1983		GENERACION 1984	
Macho	Hembra	Macho	Hembra
6	4	3	03
7	5	13	23
15	8	32	30
16	9	35	31
17	14	36	33
25	18	37	34
26	19	43	38
29	24	53	39
41	27	63	73
42	28	83	93
46	40	103	113
47	44	132	123
48	45	133	131
49	51	136	134
50	54	139	135
52	56	193	137
55	57	213	138
58	59	204	143
60	61	205	153
62	64		163
67	65		173
69	66		183
70	68		203
71	72		130
	79		
	74		

* Las marcas para esta generación fueron colocadas de manera invertida ("de cabeza"), para diferenciarlas de la generación 1980.

Tabla 3 . Calendario de visitas anuales realizadas a Los Islotes, Golfo de California. El periodo anual inicia en julio y termina en junio.

MES AÑO	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J
80-81	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	
81-82	☉		☉	☉	☉	☉	☉			☉	☉	☉
82-83	☉			☉			☉	☉		☉		☉
83-84	☉			☉	☉	☉		☉	☉	☉		☉
84-85	☉	☉		☉	☉			☉				
85-86												
86-87												
87-88												
88-89												
89-90			☉	☉	☉						☉	
90-91								☉	☉	☉	☉	☉
91-92				☉	☉							
92-93	☉		☉	☉								☉
93-94	☉	☉	☉		☉				☉			☉
94-95	☉	☉			☉			☉	☉	☉		
95-96										☉	☉	*
96-97	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

* Visitas realizadas con el apoyo a éste proyecto.

Curvas de supervivencia por sexo.

Uno de los objetivos del presente trabajo fue el de completar las curvas de supervivencia (por generación y "tipo") previamente construidas por Hernández (1996) (siguiendo la misma metodología) y elaborar la tabla de vida generacional por sexo, hasta el periodo 1996-1997.

Con la información acumulada desde 1980, se determinó la presencia de individuos en la lobera, por sexo y generación para cada año (Tabla 4); El número "1" indica que el individuo está vivo en ese año y el "0" que no se vió en ese año ni en posteriores, considerandose como muerto. Con estos datos estimó la supervivencia anual por sexo y generación:

$$l_x = n_x/n_0$$

En donde:

l_x = Supervivencia anual

n_x = Número de individuos al inicio del año x. n_0 =

Número de individuos inicial (nacimientos).

Con los valores calculados, se obtuvo las curvas de supervivencia por sexo para las cinco generaciones. A partir de las cinco curvas (una por generación para cada sexo) se estimó una generación tipo que incluía y representaba a todas las generaciones, la cuál se obtuvo al sumar el número de individuos del mismo sexo vivos para cada año (n_x) de las cinco generaciones (g_i , $i= 1980, 1981, 1982, 1983$ y 1984):

$$n_{xt} = \sum n_{xg}$$

En donde:

n_{xt} = Número total de individuos del mismo sexo vivos al inicio del año x (valor tipo). n_{xg} =

Número de individuos vivos del mismo sexo al inicio del año x de la generación g.

Tabla 4. Registro anual para los machos de la generación 1984, a partir del cual se obtuvo la supervivencia y la mortalidad anual. Los números en el renglón superior representan los años de seguimiento, que van desde 1984 (0) (año de marcaje) hasta 1994 (12).

AÑO MARCA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
63	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
139	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
213	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
204	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
136	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
130	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
53	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
63	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
nx	12	12	12	11	11	10	8	7	6	5	2	2	1

1= Se vió ese año ó en años posteriores.

0= No se vió ese año y no volvió a ser visto en los posteriores.

Nota: Esta tabla es solo una ejemplificación, no se presentan a todos los machos de la generación.

Los valores "tipo" se calcularon únicamente hasta los doce años, el máximo alcanzado por la generación 1984 para el periodo de estudio. Con los valores de n_{xt} se estimó la supervivencia anual $_{(lx)}$ y se generó la curva de supervivencia tipo para cada sexo.

$$l_{xt} = n_{xt}/n_0$$

Efecto del marcaje en la supervivencia.

Se evaluaron los posibles efectos del marcaje en la supervivencia de acuerdo a tres aspectos (Auriolles y Hernández, en elaboración):

1.- Se comparó la mortalidad de crías marcadas y no marcadas a partir de censos generales realizados en la lobera: Los resultados parciales fueron reportados por Auriolles y Sinsel (1988) y, con los datos actualizados hasta el momento, adicionamos años para la comparación y encontramos que la mortalidad observada en los años en que no se efectuó el marcaje fue similar a la estimada en los años de marcaje.

2.- Registrando la mortalidad mensualmente durante el primer año de edad: Asumimos que los posibles efectos negativos del marcaje deben ser evidentes poco tiempo después, sin embargo se encontró que la mayor mortalidad en el primer año de edad se presentó durante el segundo semestre de vida y no inmediatamente después del marcaje. **3.- Asumimos que si el marcaje causó algún efecto negativo (por ejemplo infecciones), el efecto deletereo debe multiplicarse en relación al número de letras o números usados en los códigos:** Se estimó la supervivencia de todos los animales marcados de acuerdo al número de letras ó números utilizados y se encontró que fue independiente al largo de los códigos (prueba de ji-cuadrada).

Tablas de vida generacionales.

Los parámetros de la tabla de vida se estimaron de la siguiente manera (utilizando los valores tipo n_{xt} para cada sexo calculados hasta el periodo 1996-1997): * **Supervivencia** (l_{xt}): Porcentaje de individuos vivos al año x .

$$l_{xt} = n_{xt}/n_0 \times 100$$

En donde:

n_{xt} = Número de individuos al inicio del año x . n_0 =
Número de individuos inicial (nacimientos).

* **Mortalidad** (d_{xt}): Porcentaje de individuos muertos al año x .

$$d_{xt} = (100 - \frac{n_{x+1t}}{n_{xt}}) \times 100$$

En donde:

n_{xt} = Número de individuos al inicio del año x .
 n_{x+1t} = Número de individuos al inicio del año $x+1$.

* **Tasa de mortalidad** (q_x): Porcentaje de individuos que mueren en el intervalo $x-x+1$.

$$q_{xt} = \frac{d_{xt}}{n_{xt}}$$

En donde:

d_{xt} = Mortalidad
 n_{xt} = Número de individuos al inicio del año x .

Tamaño y estructura de la población.

Censos poblacionales categorizados.

Otro de nuestros objetivos fue el de estimar el tamaño y estructura de la población para 1996-1997, a partir de censos poblacionales categorizados. Se realizaron censos diarios clasificando a los individuos por categoría de edad y sexo (Tabla 5) durante el periodo 1996-1997 (archivo Cobacen.xls). Los conteos se efectuaron alrededor de la isla en una embarcación menor, con la ayuda de binoculares, aproximadamente al medio día, excepto cuando las condiciones climáticas no lo permitieron.

Tabla 5. Categorías de edad y sexo en el lobo marino de California, *Zalophus californianus*.

CATEGORIA	CARACTERISTICAS
	Miden alrededor de 2 a 2.5 m de longitud. son de color gris.

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
MACHOS ADULTOS	Miden alrededor de 2 a 2.5 m de longitud, son de color gris, café oscuro ó negro y mayores de 9 años de edad (Peterson y Bartholomew, 1967; Orr <i>et al</i> , 1970). Su cuello es grueso y su cabeza esta coronada por una cresta sagital.
MACHOS SUBADULTOS	Tienen aproximadamente de 1.5 a 2 m de longitud. Su color es similar al de los machos adultos, pero tienen el cuello y la cresta sagital menos desarrollada. La cresta comienza a desarrollarse a partir de los 5 años (Orr, et al, 1970), lo cual coincide con la madurez sexual, por lo que su ámbito de edad fluctúa entre los 5 y 9 años.
HEMBRAS ADULTAS	Tienen entre 1.4 y 1.6 m de longitud. Su color es café claro ó crema. No tienen la cresta sagital exclusiva de los machos ni el cuello es tan grueso. Igual que los machos, las hembras alcanzan la madurez a los 5 años de edad (Lluch, 1969).
JUVENILES	Son individuos sexualmente inmaduros de ambos sexos, sus edades fluctúan entre 1 y 4 años, esto es, al cumplir el primer año de vida al destete (Peterson y Bartholomew, 1967) y antes de alcanzar la madurez sexual. Su longitud varía entre 1 y 1.3 m .
CRÍOS	Incluye a individuos de ambos sexos que aún no han cumplido el primer año de edad, son de color gris oscuro ó negro y miden al nacer: 75.7 ± 2.93 m (n=54) y 72.3 ± 4.18 (n=57) (Le Boeuf et al, 1983).

RESULTADOS Y DISCUSION

Seguimiento y registro de animales marcados.

El periodo de verano incluyó cuatro visitas a la zona con una duración de 10 días cada una (del 15 al 24 de junio, del 4 al 12 de julio, del 26 de julio al 5 de agosto y del 16 al 23 de agosto); El otoño se cubrió con tres visitas de dos días cada una (del 28 al 29 de septiembre, del 24 al 25 de octubre y del 18 al 19 de noviembre); El invierno estuvo representado únicamente por una visita de 2 días (del 5 al 6 de diciembre) debido a que el mal tiempo impidió realizar las salidas de los meses de enero y febrero. El periodo de primavera se completó con tres visitas, las dos primeras en el mes de marzo, la primera tuvo una duración de un día debido a que el mal tiempo no nos permitió acercarnos a la lobera, por esta razón se efectuó una segunda visita en el mismo mes (1 ° de marzo y del 19 al 20 de marzo) y finalmente, la tercer salida en el mes de abril con una duración de dos días (del 17 al 18 de abril). En todas las visitas el tiempo de observación promedio diario fue de 10 hrs, que sumaron un total de 120 hrs de búsqueda.

El seguimiento tuvo mayor duración en los meses de verano, que corresponde a la época de reproducción de la especie y es cuando se observa un mayor número de hembras (es importante porque hasta 1994 sobrevivían muchas de las hembras marcadas [Hernández,1996]) y machos reproductores. El invierno también es muy importante, porque es probable observar algún macho adulto que esté de regreso después de haber migrado (Aurioles, 1982; Aurioles et al., 1983).

Para este periodo (1996-1997) fueron registrados un total de 50 diferentes animales marcados (13 machos y 37 hembras) (Tabla 6), que representan un 26.31 % del total de animales marcados en los ochentas (archivo: ind96.xls).

Tabla 6. Registro de animales marcados encontrados en la lobera Los Islotes para el periodo de 1996-1997.

N-EJEMPLAR	SEXO	MARCA	EDAD	GENERACIÓN
1	Macho	T	16	1980
2	Hembra	LL	16	1980
3	Macho	VVL	16	1980
4	Macho	VII*	15	1981
5	Macho	VLI*	15	1981
6	Hembra	ITI*	15	1981
7	Macho	VTI*	15	1981
8	Macho	TTI*	15	1981
9	Macho	122	14	1982
10	Macho	1	14	1982
11	Hembra	112	14	1982
12	Hembra	102	14	1982
13	Macho	000	14	1982
14	Macho	002	14	1982
15	Macho	7	13	1983
16	Macho	72	13	1983
17	Macho	24	13	1983
18	Macho	59	13	1983
19	Macho	18	13	1983
20	Macho	57	13	1983
21	Macho	45	13	1983
22	Macho	40	13	1983
23	Hembra	41	13	1983
24	Macho	14	13	1983
25	Macho	56	13	1983

N-EJEMPLAR	SEXO	MARCA	EDAD	GENERACIÓN
26	Macho	64	13	1983
27	Macho	66	13	1983
28	Macho	34	12	1984
29	Macho	153	13	1984
30	Macho	173	12	1984
31	Macho	143	12	1984
32	Macho	38	12	1984
33	Hembra	205	12	1984
34	Macho	138	12	1984
35	Macho	131	12	1984
36	Macho	33	12	1984
37	Macho	123	12	1984
38	Macho	39	12	1984
39	Hembra	32	12	1984
40	Hembra	204	12	1984
41	Macho	113	12	1984
42	Hembra	36	12	1984
43	Hembra	136	12	1984
44	Macho	183	12	1984
45	Macho	03	12	1984
46	Macho	134	12	1984
47	Hembra	132	12	1984
48	Hembra	35	12	1984
49	Macho	30	12	1984
50	Macho	73	12	1984

* marcas invertidas

Tablas de vida generacionales y curvas de supervivencia por sexo.

A partir de los valores de l_x se elaboraron las curvas de supervivencia por generación para cada sexo (fig 1). De las cinco generaciones se obtuvo la curva tipo representativa (l_{xt} , obtenido de la tabla de vida tipo) (Fig 2). Las tablas de vida tipo correspondientes a cada sexo se muestran en la tabla 7 (archivo: tvida.xls). Los datos tomados para el periodo 1996-1997 permitieron dar continuidad a las curvas previamente elaboradas, no encontrándose modificaciones de consideración en los años anteriores. Se registró la aparición de una hembra de la generación 83 que no se había observado desde 1986. En la figura 2 se observa que existe una mortalidad diferencial por sexo desde el primer año de vida, donde la supervivencia de los machos estuvo por debajo de las hembras en todos los años. Sin embargo el patrón de mortalidad para machos y hembras es parecido durante la etapa juvenil, y se caracteriza por una alta tasa de mortalidad. Cuando los individuos son sexualmente maduros (5 años de edad, según Lluch, 1969; Orr *et al.*, 1970) el patrón cambia, la mortalidad en machos se mantiene a una tasa anual constante, en tanto que en las hembras equivale prácticamente a cero (periodo de "stasis") y no es sino hasta los 10 años de edad que la tasa de mortalidad cambia de cero; haciendo disminuir el número de hembras.

La diferencia en la supervivencia entre sexos tiende a incrementar cuando finaliza la fase juvenil (fig.3); esto es muy interesante pues indica que existe una estrecha relación entre la madurez sexual y la supervivencia de los individuos, que probablemente está relacionado con diferencias morfológicas, fisiológicas y conductuales entre sexos.

Estos resultados muestran que la supervivencia "tipo" de las generaciones es muy alta hasta este momento, es decir, al menos 12 años después del marcaje, aún sobreviven el 16.33% y 43.48% de los machos y hembras respectivamente.

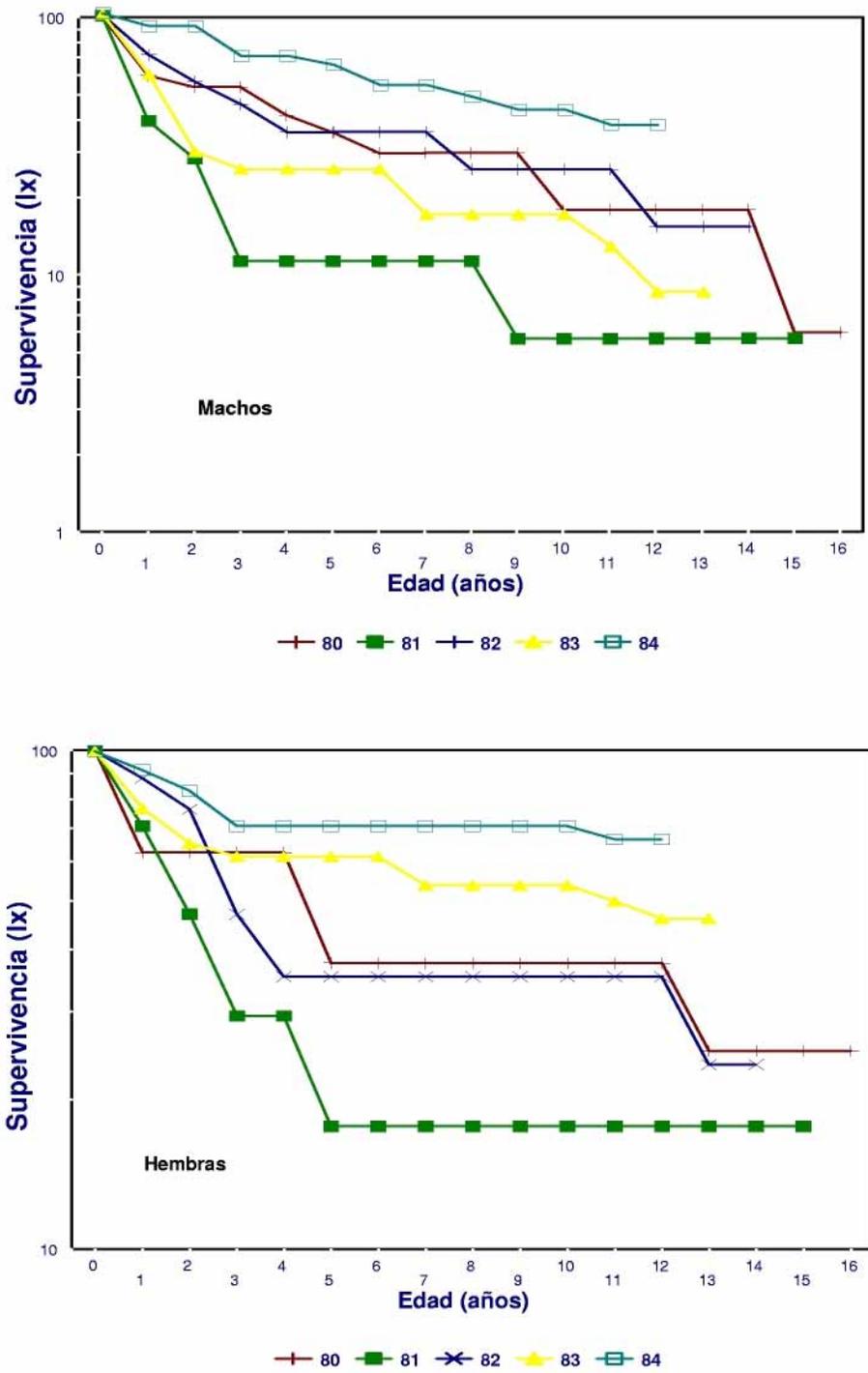


Fig. 1. Curvas de supervivencia de cinco generaciones de machos y hembras de lobo marino de California, monitoreadas durante 16 años en la lobera los Islotes, Bahía de La Paz, México.

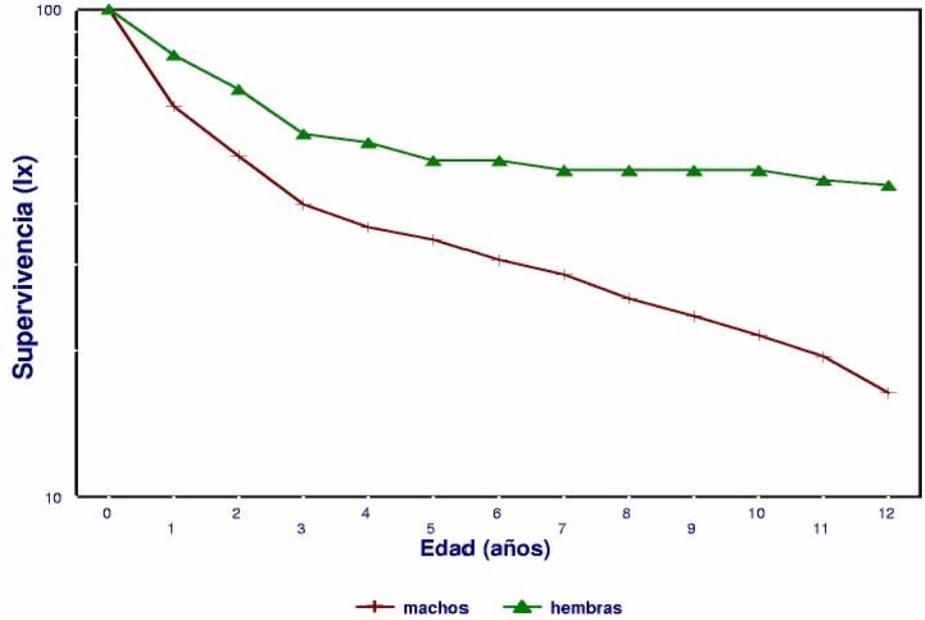


Fig. 2. Curvas de supervivencia tipo (acumulada) para ambos sexos de lobo marino de California obtenida a partir de las curvas de supervivencia de cinco generaciones de animales marcados en Los Islotes, Bahía de La Paz, México. Se representan 12 años de monitoreo debido a que es el tiempo máximo alcanzado por la última generación (1984)

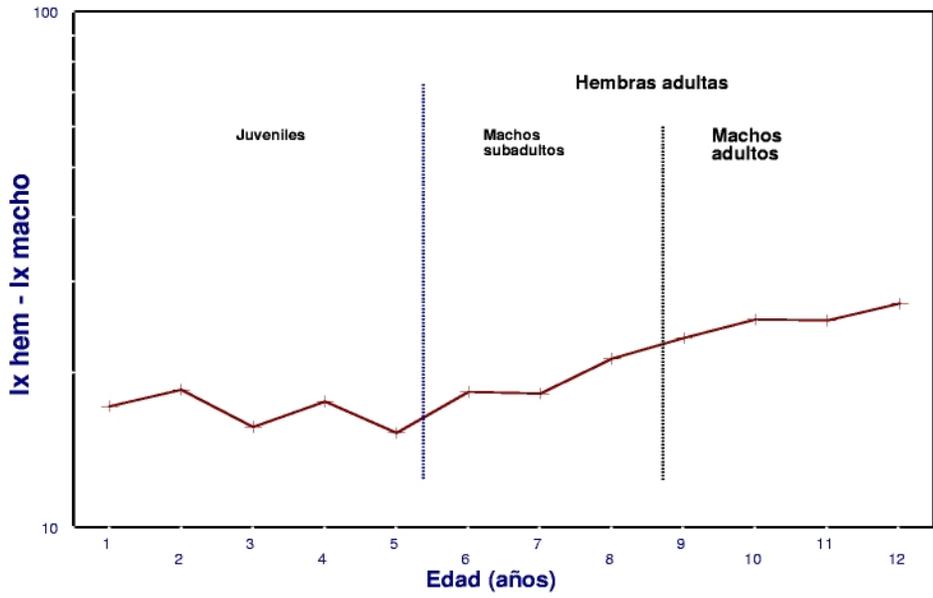


Fig. 3. Diferencia entre la supervivencia anual de hembras y machos de lobo marino de California marcados en Los Islotes

Tabla 7. Tabla de vida generacional tipo por sexos para la población de lobo marino de California, marcada con hierro caliente a principios de los 80's en Los Islotes, Bahía de La Paz. México.

MACHOS	X edad	n_{xt}	l_{xt}	d_{xt}	q_{xt}
	0	98	100	36.73	36.73
	1	62	63.27	50	20.97
	2	49	50	60.2	20.41
	3	39	39.8	64.29	10.26
	4	35	35.71	66.33	5.71
	5	33	33.67	69.39	9.09
	6	30	30.61	71.43	6.67
	7	28	28.57	74.49	10.71
	8	25	25.51	76.53	8
	9	23	23.47	78.57	8.7
	10	21	21.43	80.61	9.52
	11	19	19.39	82.65	15.79
	12	16	16.33	-	-
HEMBRAS	0	92	100	19.57	19.57
	1	74	80.43	31.52	14.86
	2	63	68.48	44.57	19.04
	3	51	55.43	46.74	3.92
	4	49	53.26	51.09	8.16
	5	45	48.91	51.09	0
	6	45	48.91	53.26	4.44
	7	43	46.74	53.26	0
	8	43	46.74	53.26	0
	9	43	46.74	53.26	0
	10	43	46.74	55.43	4.65
	11	41	44.57	56.52	2.44
	12	40	43.48	-	-

Sobreestimación de la mortalidad como resultado de la dispersión.

En la descripción metodológica se mencionó que los individuos que no fueron vistos en un año ni en posteriores fueron considerados como muertos. La probabilidad de que los valores de mortalidad estén siendo sobreestimados debido a la dispersión de los individuos es baja si se consideran los siguientes aspectos:

1. La estimación de supervivencia debe considerarse como mínima, ya que es posible que algunos animales estén vivos y no hayan regresado al lugar de nacimiento. Si es así, los valores encontrados de supervivencia para las distintas generaciones son sorprendentemente altos, comparativamente con lo reportado para otras especies.

2. Los altos valores de supervivencia reportados en este estudio, podrían ser el resultado de una extraordinariamente alta fidelidad al sitio de nacimiento en ésta especie, o en ésta colonia reproductiva en particular.

3. La probabilidad de que algunos animales no se hayan registrado por error a través del estudio es baja, ya que se han dedicado muchas horas de observación, durante muchos años y las marcas en los animales son muy conspicuas.

4. La probabilidad de que los animales nacidos en Los Islotes hayan radicado como adultos en otras colonias del Golfo de California es baja, ya que los únicos animales marcados registrados fuera de Los Islotes han sido 2 juveniles. Ningún adulto marcado ha sido registrado en 196 censos de población en colonias al norte de Los Islotes (Auriolos, no publicado). Sólo una hembra adulta ha sido registrada en Isla Santa Margarita (Costa de Pacífico de Baja California) en 29 censos de población.

5. Las curvas de supervivencia de las cinco generaciones, muestran en general el mismo patrón entre sexos, lo cual sugiere que es el reflejo de una característica inherente al ciclo de vida de la especie, y no al efecto de dispersión de animales. De existir una influencia significativa de la dispersión en las estimaciones de supervivencia, ésta debiera ser errática y no consistente, tal y como se aprecia en las curvas de supervivencia (Fig. 1).

Censos poblacionales categorizados.

Los censos cubrieron las cuatro estaciones del año. En el verano los conteos se efectuaron en los meses de junio (15 al 24), julio (4 al 12; 26 de julio al 5 de agosto) y agosto (del

16 al 23); el otoño en septiembre (del 28 al 29), octubre (del 24 al 25) y noviembre (del 18 al 19); el invierno en diciembre (del 5 al 6) y la primavera en marzo (1° y del 19 al 20) y abril (del 17 al 18).

Tamaño poblacional.

Los promedios mensuales obtenidos para cada categoría de edad y sexo a partir de los censos generales realizados de junio de 1996 a abril de 1997 se muestran en la tabla 8 y están representados en la fig. 4.

*** Machos adultos**

Se observa que el mayor número de machos adultos se presentó a principios de la época reproductiva (primer informe) y fue disminuyendo conforme ésta llegaba a su fin (agosto). A partir de septiembre y hasta abril el número de adultos se mantiene con algunas fluctuaciones que en ninguno de los casos alcanzó los valores de invierno excepto el mes de marzo. La disminución en el número de machos adultos después de la temporada de reproducción está relacionada con la salida de los machos hacia otras zonas en busca de alimento, para recuperarse del tiempo de ayuno durante la defensa de los territorios (Aurioles, 1982; Aurioles *et al.*, 1983; Maravilla, 1986; Aurioles, 1988).

*** Machos subadultos**

Los machos subadultos presentaron valores semejantes durante el verano (el mes de julio fue el más bajo). A partir de septiembre y conforme se aproximaba el invierno, se presentó un incremento en el número de individuos alcanzando el valor máximo en el mes de marzo, que corresponde con lo reportado por Aurioles (1982; *et al.*, 1983) y Maravilla (1986) para la misma lobera, explicándolo como un aumento debido al arribo de animales de loberas del norte de Golfo de California. El número de machos subadultos para el mes de abril, disminuyó considerablemente alcanzando valores parecidos a los de verano, sugiriendo que los subadultos han comenzado a dejar la lobera para iniciar su migración.

Tabla 8.- Promedio mensual de individuos por categoría de edad y sexo para el periodo junio 1996-abril 1997, en la lobera Los Islotes, Bahía de La Paz.

CATEGORÍA	<u>JUN.</u>	<u>JUL.</u>	<u>AGO.</u>	<u>SEPT.</u>	<u>OCT.</u>	<u>NOV.</u>	<u>DIC.</u>	<u>MAR.</u>	<u>ABR.</u>
	n= 5	n= 2	n= 3	n= 2	n= 2	n= 2	n= 2	n= 2	n= 4
Machos									
adultos	39	30	25	17	20	16	18	26	16
Machos									
subadultos	22	13	21	23	22	28	54	64	21
Hembras	143	143	114	59	49	86	104	30	70
Críos	57	44	63	32	29	24	63	22	31
Jóven	21	22	25	12	7	7	20	8	9
Total	282	252	248	143	127	158	259	150	147

n = # de censos realizados

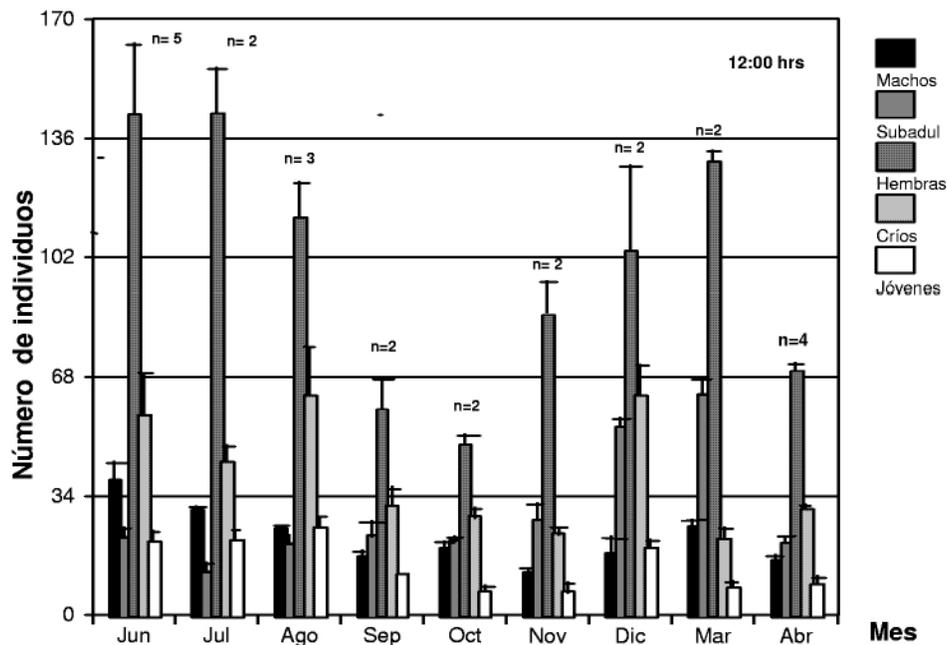


Fig. 4. Promedios mensuales para cada categoría de edad y sexo de lobo marino de California, en la lobera Los Islotes, Bahía de La Paz, México, durante el periodo de junio de 1996 a abril de 1997 (n = # de censos).

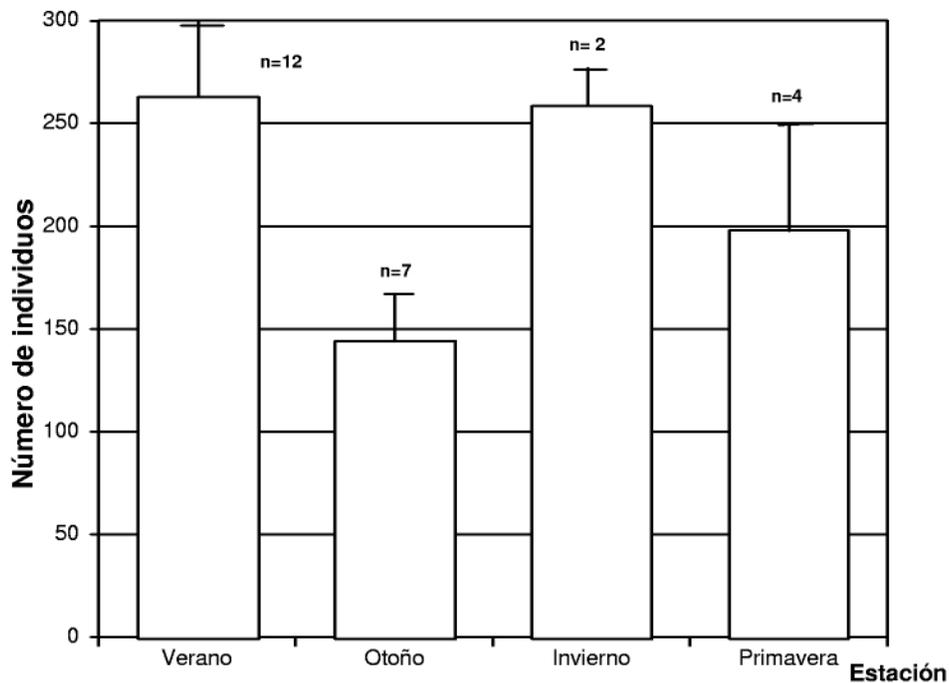


Fig. 5. Tamaño de la población de lobo marino de California de Los Islotes, Bahía de La Paz, para el verano, otoño e invierno de 1996 y la primavera de 1997 (n = # de censos).

* **Hembras adultas**

El mayor número de hembras se observó en los meses de verano, cuando se forman las mayores concentraciones de hembras en las loberas reproductivas (Peterson y Bartholomew, 1967), y fue a partir de agosto que hubo una tendencia a disminuir (de 113 individuos sólo se registraron 59 y 49 para septiembre y octubre respectivamente) posiblemente como resultado del mayor tiempo invertido en los viajes de alimentación (Ver capítulo 3). Este patrón se modificó para noviembre, diciembre y marzo presentándose un incremento del 75%, 112% y 163% respectivamente en relación a octubre. Después del verano, el mes de marzo fue cuando se observó el mayor número de hembras. El aumento observado a partir del mes de noviembre no corresponde con lo reportado por Aurióles (1988) para la misma lobera, quién muestra que después del pico máximo de verano hay una tendencia a disminuir hasta alcanzar el mínimo en diciembre. Es posible que parte de nuestros registros reportados como hembras en realidad sean machos subadultos jóvenes que fueron confundidos debido a que sus características morfológicas distintivas del sexo aún no son evidentes.

* **Críos**

Del máximo de crías contadas (agosto) para ésta temporada, sólo se registró el 55%, 51% y 42% para septiembre, octubre y noviembre respectivamente. En diciembre (invierno) se

presentó un aumento similar al reportado para agosto, por lo que la disminución observada en otoño no fue reflejo de mortalidad.

* **Jóvenes**

Finalmente los jóvenes, mostraron una disminución considerable en otoño, quedando únicamente el 33% de los encontrados durante el verano, para después aumentar de nuevo en el invierno (278%) para volver a disminuir en los meses de marzo y abril. Esta disminución en el otoño y el pequeño pico de invierno se han reportado anteriormente para esta categoría de edad en la misma zona (Aurióles 1982; Maravilla, 1986).

El tamaño total de la población fue de 263 ± 36.82 para el verano (junio-agosto), 144.29 ± 19.93 para el otoño (septiembre-noviembre), 258.5 ± 21.5 para el invierno (diciembre), y de 197.5 ± 52.32 para la primavera (Fig. 5). Los mayores tamaños en verano e invierno ya se habían reportado para esta lobera Aurióles (1982) y como ya se mencionó están relacionados con el periodo reproductivo y la presencia de machos subadultos en la zona, respectivamente.

Al comparar el promedio mensual por cada categoría de edad y total durante éste periodo, con los estimados con anterioridad (Tabla 1, capítulo 4) se observa que el número total de animales ha aumentado considerablemente, en particular los machos adultos (338%), hembras (106%) y críos (20%). Además desde el año de 1978 se han efectuado cesos de críos en la lobera y se ha encontrado que a partir de 1992 el número de críos ha incrementado en un 77% (Fig. 6).

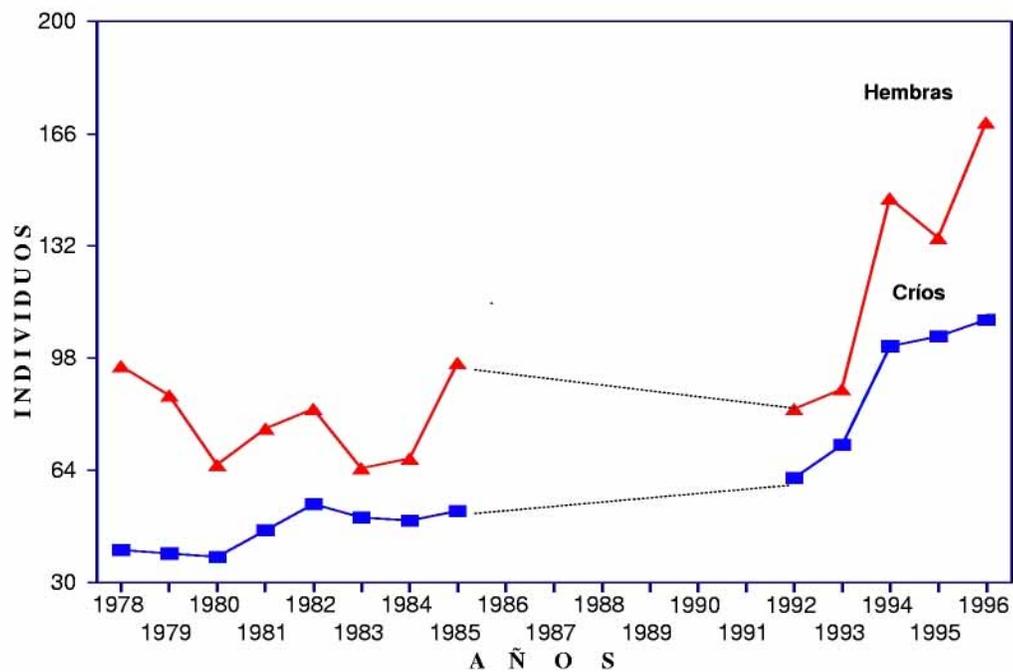


Fig. 6. Producción anual de críos de lobo marino de California en la lobera Los Islotes, Bahía de La Paz. Se desconocen los valores para el periodo 1996-1991 (líneas punteadas) (Datos de Auriolos no publicados).

Estructura de la población.

De los datos mensuales obtenidos a partir de los censos generales se estimó el total de la población (suma de todas las categorías), obteniéndose un valor promedio a partir del cual se determinó la composición relativa (en porcentaje) de cada categoría. Estos valores promedios estacionales por categoría se muestran en la Tabla 9.

En la figura 7 se muestran estos promedios para el verano, en donde poco más de la mitad de la población estuvo representada por las categorías de hembras adultas (51%) seguida de los críos (21.23%). En otoño la estructura de sexo y edad tuvo algunas variaciones (Fig. 7), los machos adultos presentaron prácticamente la misma proporción, mientras que los machos subadultos mostraron un aumento del 12% con respecto al verano. Las hembras siguieron siendo la categoría más abundante, disminuyendo sin embargo, al 47.52% del total de la población. Esta disminución puede deberse al aumento en la frecuencia de los viajes de alimentación, (capítulo 3).

La estructura de edades y sexo para el invierno de 1996 y primavera de 1997 se muestran en la figura 8. en invierno las clases más abundantes fueron otra vez las hembras y críos, seguidas de los machos subadultos que aumentaron considerablemente su proporción. Los jóvenes aumentaron su número en el otoño, mientras que los machos adultos disminuyeron con respecto al verano y al otoño.

Por la primavera se mantuvo la misma estructura; la proporción de hembras fue igual a la del verano y más que para el invierno, los críos no fueron la segunda categoría más abundante sino los machos subadultos, pero se mantuvieron en la misma proporción que en el invierno. La disminución de los críos, como se mencionó anteriormente, puede deberse a la mortalidad.

Tabla 9. Promedios estacionales por categoría de edad del lobo marino de California, *Z. californianus*, durante el verano, otoño e invierno de 1996 y la primavera de 1997, en la lobera Los Islotes.

CATEGORÍA	MACHOS ADULTOS	MACHOS SUBADULTOS	HEMBRAS ADULTAS	CRIOS	JOVENES	TOTAL
VERANO n= 12						
Total bruto	385	233	1599	671	272	3160
promedio estacionalidad	32.08 ±7.10	19.42 ±5.99	133.25 ±28.95	55.92 ±19.52	22.67 ±8.22	263 ±36.82
Composición relativa (%)	12.81	7.37	50.60	21.23	8.61	100
OTOÑO n= 7						
Total bruto	124	158	480	195	53	1010
Promedio estacionalidad	17.71 ±5.36	22.57 ±5.70	68.57 ±21.51	27.86 ±7.28	7.57 ±3.96	144.29 ±19.33
Composición relativa (%)	12.28	15.64	47.52	19.31	5.25	100
INVIERNO n= 2						
Total bruto	36	108	208	126	39	517
Promedio estacionalidad	18 ±7	54 ±5	104 ±38	63 ±23	19.5 ±4.5	258 ±21.5
Composición relativa (%)	6.96	20.89	40.23	24.37	7.54	100
PRIMAVERA n= 4						
Total bruto	83	169	399	105	34	790
Promedio estacionalidad	20.75 ±6.3	42.25 ±22.3	99.75 ±30	26.25 ±7.08	8.5 ±2.06	197.5 ±52.3
Composición relativa (%)	10.51	21.39	50.51	13.29	4.30	100

n= Censos generales realizados. 4.

CONCLUSIONES

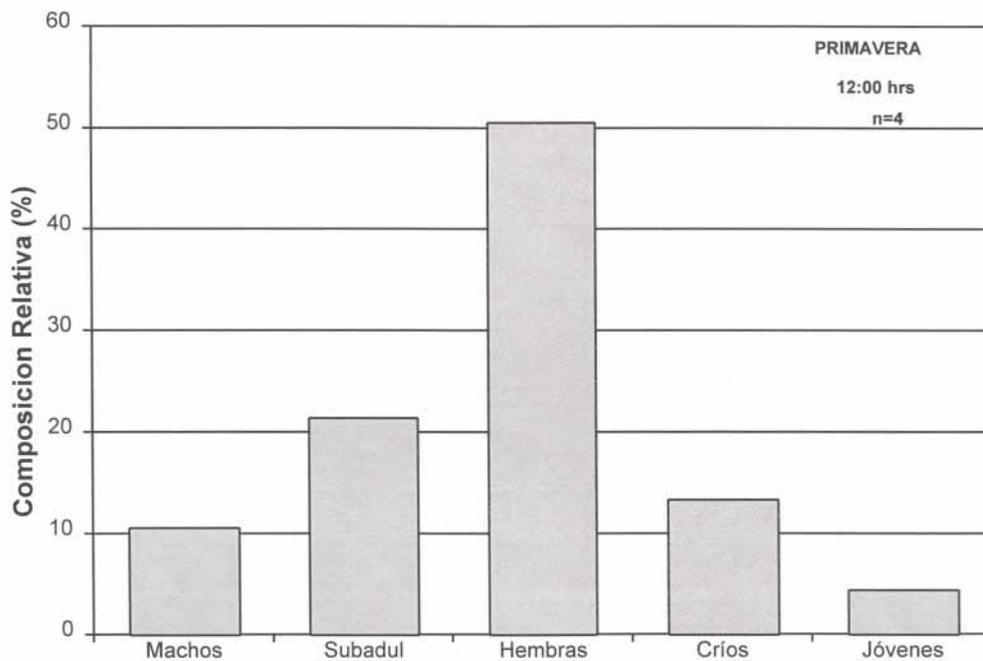
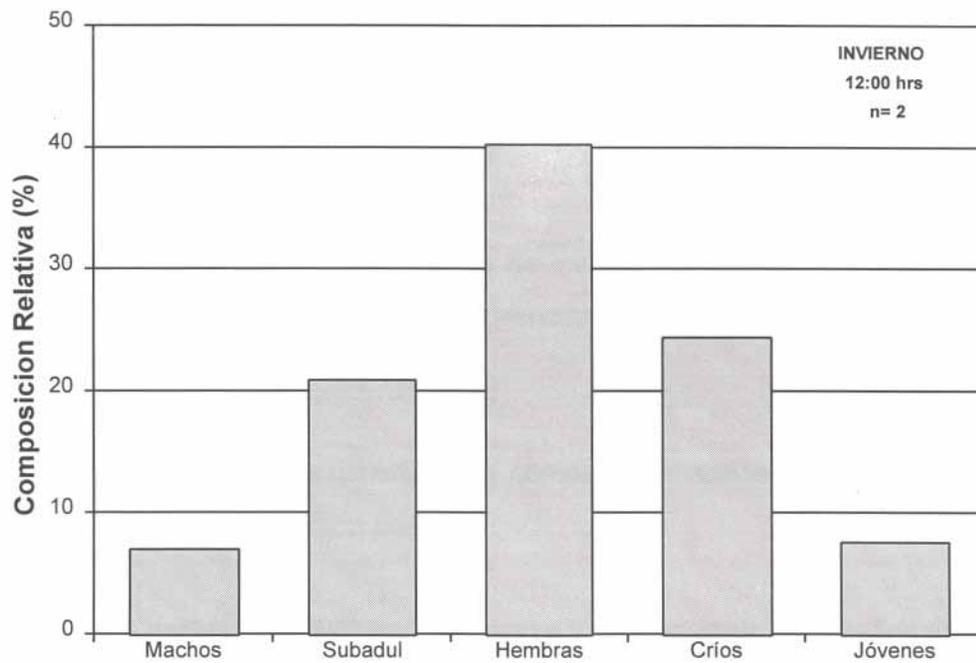


Fig. 8. Estructura de edades de la población de lobo marino de California para invierno de 1996 y primavera de 1997, en la lobera Los Islotes, Bahía de La Paz, México. (n = # de censos).

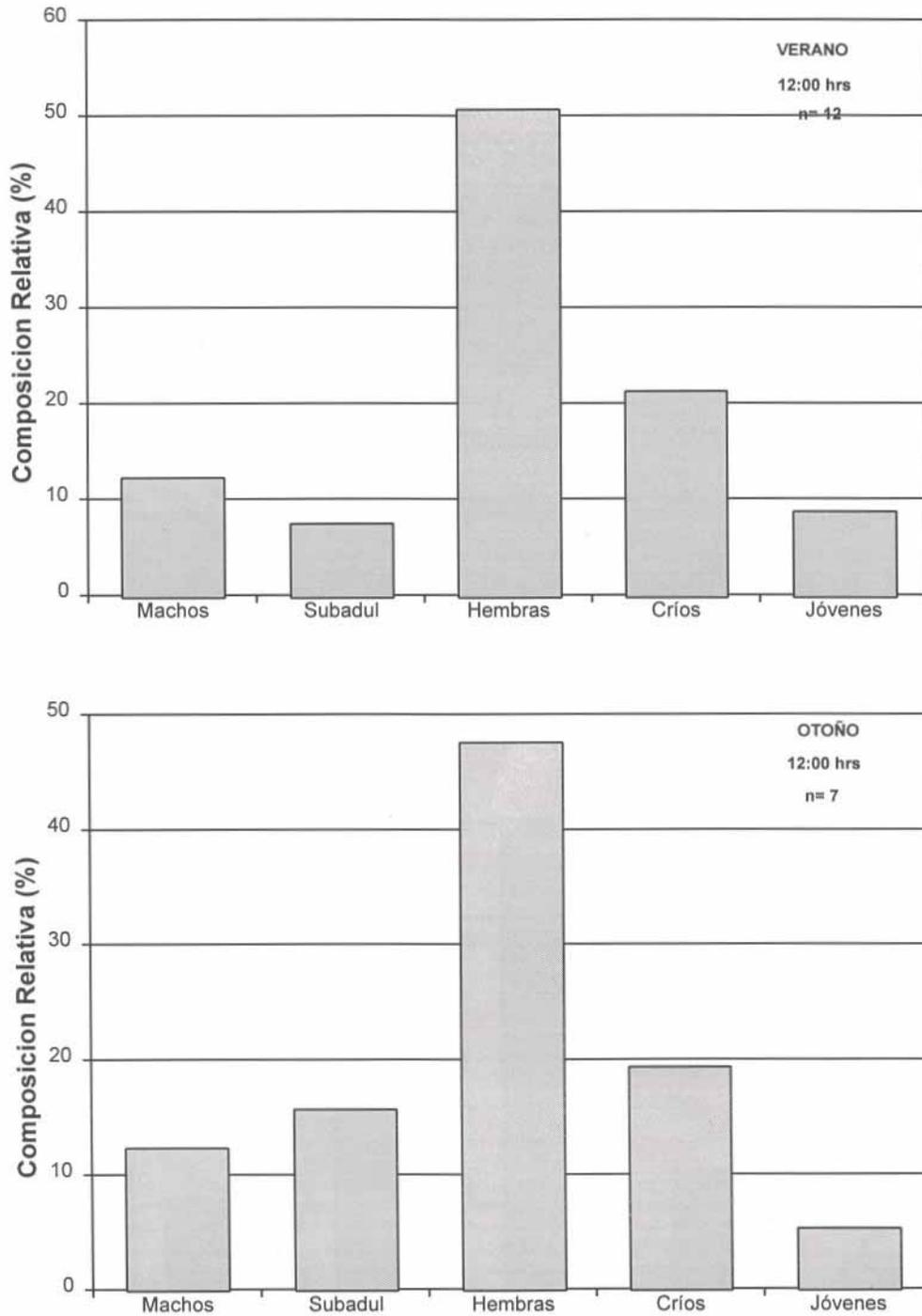


Fig. 7. Estructura de edades de la población de lobo marino de California para el verano y otoño de 1996, en la lobera Los Islotes, Bahía de La Paz. (n = # de censos).

Aparentemente la lobera se encuentra en buenas condiciones si se consideran los siguientes indicadores:

1.- Una tendencia a aumentar la supervivencia de manera general de las generaciones 1980 a 1984, notándose particularmente en la supervivencia de las hembra, después de 12 años del marcaje.

2.- Aumento de la población, de acuerdo a la comparación de los censos realizados en este estudio y los efectuados en la década pasada.

3.- Número de crías nacidas en 1996, con respecto a la tendencia de varios años atrás.

5. LITERATURA CITADA

- Aurioles, D. G. 1982. Contribución al conocimiento de la conducta migratoria del lobo marino de California *Zalophus californianus*. Tesis de licenciatura en Biología marina. UABCS, México. 75pp.
1988. Behavioral ecology of California sea lion in the Gulf of California. Ph Thesis, University of California, Santa Cruz. 175 pp.
- Aurioles, D. G., Sinsel, F., Fox, C., Alvarado, E. and O. Maravilla. 1983. Winter migration of subadult male California Sea lions (*Zalophus californianus*) in the southern part of Baja California. *J. Mammal.* 64(3): 513- 518.
- Aurioles, D. G. and F. Sinsel. 1988. Mortality of California sea lion pups at Los Islotes, Baja California Sur, Mexico. *J. Mamm.* 69(1):180-183.
- Hernández, C. J. C. 1996. Dinámica Poblacional del lobo marino de California, *Zalophus californianus*, en la lobera Los Islotes, Golfo de California, México. Tesis de Licenciatura, Fac. Ciencias, UNAM, México. 100pp.
- Le Boeuf, B.J., Aurioles, G. D., Condit, R., Fox, C., Gisiner, R., Romero, R. and F. Sinsel. 1983. Size and distribution of the California sea lion population in [Mexico. Procc. Calf. Acad. Sci. Vol. 43](#) No. 7, pp77-85.
- Lluch, D. B. 1969. El lobo marino de California, *Zalophus californianus californianus* (Lesson, 1928). Observaciones sobre su ecología y explotación. Inst. Mex. de Recursos Naturales Renovables, México, Dd.
- Maravilla, M. O. C. 1986. Fluctuaciones estacionales del lobo marino de California [*Zalophus californianus californianus* (Lesson 1828) Allen, 1880], en cinco colonias reproductoras en México. Tesis Prof. UABCS, México. 65 pp

Orr, R. T., Shonewald, J. and K. W. Kenyon. 1970. The California sea lion: Skull comparison of two populations. Proc. Calf. Acad. Sci. 37:381-394.

Peterson, R. S. and A. G. Bartholomew. 1967. The natural history and behavior of the California sea lion. Am. Soc. Mammal. Spec. Pub. No. 1 79pp.

Capítulo II

ECOLOGIA ALIMENTARIA

Ma. Elena Durán Lizarraga y David Auriolos Gamboa

INTRODUCCION

Los mamíferos marinos han desarrollado adaptaciones que les han permitido retornar al mar, la actividad de alimentación de todos ellos es subacuática y bajo condiciones de apnea. Durante ésta, se desarrollan cambios denominados en forma global como reflejo de buceo (Shólander, 1964; Eckert y Randall, 1988). Las respuestas cardiovasculares reflejan la duración de la inmersión, el nivel de estrés asociado al buceo y la cantidad de ejercicio subacuático que el animal desarrolle. La profundidad y distribución temporal de los buceos está directamente relacionada con la distribución vertical y temporal de las presas y a su vez la disponibilidad de las presas determina la distancia horizontal ó vertical que tenga que recorrer el animal y por lo tanto el nivel o cantidad total de actividad locomotora. (Le Boeuf y cols, 1986; Feldkamp, 1986, Ponganis y cols., 1990; Williams y cols. 1991; Bengston y Stewart, 1992; Thompson y Fedak, 1993).

La conducta de buceo de los mamíferos marinos representa la relación entre las demandas respiratorias del animal y los factores hidrodinámicos, energéticos y ecológicos que favorecen la inmersión. La secuencia y duración de los períodos de tiempo que pasa un animal en inmersión y superficie define al patrón de buceo y este patrón es característico de cada especie, y, en general, se considera que un patrón de buceo aeróbico le permite a un animal utilizar con más eficiencia el tiempo empleado en el buceo (Kooyman y cols., 1980; Kooyman y cols., 1981; Kooyman y cols., 1983).

Los buceos inicialmente se clasificaron como voluntarios, forzados y exploratorios (Shólander, 1964; Kooyman y Campbell 1972, Kooyman y cols., 1980; Kooyman y cols., 1981; Kooyman y cols., 1983). Posteriormente, se relacionó el perfil de buceo característico con ciertas actividades (Le Boeuf y cols, 1986; Ponganis y cols 1990; Williams y cols., 1991; Thompson y Fedak 1993), por ejemplo, en *Lobodon carcinophagus*: los buceos someros se asocian al desplazamiento, los que presentan mayor tiempo en el fondo con la alimentación y los que tienen forma de V se asocian con exploración (Bengston y Stewart, 1992)(Figura 1).

TIPOS DE BUCEO

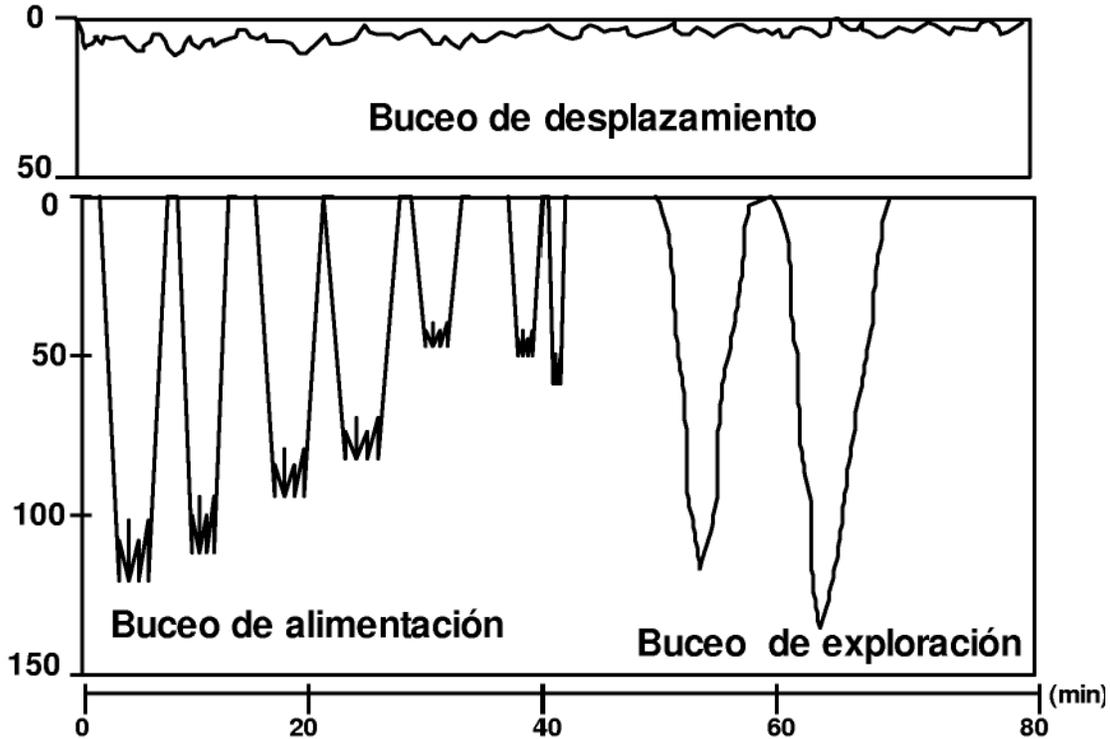


Fig. 1 Tipos de buceo de *Lobodon carcinophagus* definidos en términos de la profundidad y tiempo entre descenso y ascenso (modificado de Bengton y Stewart, 1992).

Los lobos marinos tienen un sistema de apareamiento poligínico, con dimorfismo sexual marcado, son gregarios y forman agrupaciones de larga duración. Las hembras tienen un crío cada temporada reproductiva desde los 5 años. Los críos tienen una larga dependencia postnatal de las madres, el destete es al año aunque se llegan a ver juveniles de hasta 3 años lactando, de manera que las hembras dividen su tiempo en tierra criando al cachorro y en agua alimentándose (Auriolles-Gamboa, 1988). Esto debiera afectar la frecuencia en que realizan las salidas de alimentación y la duración que éstas tengan, así como la duración y frecuencia de los buceos de alimentación.

El lobo marino presenta característicamente series continuas de buceos separados por intervalos cortos en los que sale a superficie. Estas series están separadas por períodos largos de

natación en los que se pueden presentar inmersiones y representan la característica más conspicua del patrón de buceo del lobo marino (Feldkamp, 1986; Feldkamp, y cols., 1989).

Debido a la importancia de la temperatura y salinidad del agua en la distribución vertical de los peces (Cushing, 1982), es posible que estos parámetros afecten la profundidad y la duración de los buceos de alimentación de las madres cuyo gasto energético se incrementa en esta temporada debido a lactancia del crío. Adicionalmente, las variaciones entre los primeros 150 m de profundidad de hasta 18°C de temperatura (Aurioles, 1995), pueden significar un posible estrés térmico para los animales buceadores; se ha propuesto que la temperatura crítica inferior (TCI) para *Zalophus californianus* sea de 18°C (Feldkamp, 1986). La TCI se define como la temperatura mínima a la que puede termoregular un animal sin invertir energía (Whittow, 1987).

MATERIAL Y METODOS

Hábitos alimentarios.

La colecta de copros se realizó en los territorios reproductivos, se secaron y tamizaron para separar las partes duras con tamices de 2.00, 1.19, 0.71 y 0.59 mm de abertura. La identificación de los otolitos se llevó al cabo por el Biól. Francisco Javier García Rodríguez quién comparó con las colecciones de otolitos del CICIMAR (colección de referencia con otolitos ordenados e identificados por J. Fitch, D. Aurioles y F. García) y del Museo de Historia Natural en Los Angeles California.

Datos Oceanográficos.

Se utilizó un CTD Inter8 S4 con 2 estaciones de muestreo, una se ubicó hacia el norte y otra hacia el oeste, ambas a una milla de Los Islotes para la determinación de la termoclina y salinidad del agua.

Análisis de patrón de buceo.

Se colocaron tres registradores de buceo con sus respectivos transmisores VHF a hembras con crío capturadas con redes y fármacos (valium y ketamina). Una cuarta hembra se utilizó como sujeto control de manipulación simulada para evaluar el efecto del equipo sobre la conducta de los animales. A cada pareja se le tomó las medidas morfométricas y se marcó con marcas semejantes, mediante rasurado de la parte posterior del dorso para su reconocimiento en tierra. Se

hizo el seguimiento de los animales en agua con una antena fija instalada en una de las partes altas en Los Islotes, una antena portátil y un equipo de radio portable. Se trabajó con una quinta hembra con crío como sujeto control sin manipulación.

La frecuencia de muestreo del TDR (3MKe, Wildlife Computers) fue de 15 s. Los datos se recuperaron y transformaron a ASCII con los programas 3M y Dive Análisis proporcionados por la misma compañía. Posteriormente los datos se capturaron en una hoja de cálculo para los análisis y la elaboración de las gráficas.

La información de profundidad y tiempo de buceo obtenidos del TDR fueron analizados con la resolución temporal de 15 seg, con esto se logró tener el máximo detalle de la forma, duración y frecuencia de los buceos. Los buceos que se consideraron para el presente trabajo fueron únicamente a los que llegaban a una profundidad de 5 m, con este criterio, establecido como estándar en otros trabajos similares (Le Boeuf y cols, 1986; Le Boeuf y cols 1988; Feldkamp y cols. 1989, Bengston y Stewart, 1992; Boyd, 1993; Baranov, 1996; Schreer y Testa, 1995), se desecharon 576 inmersiones y se trabajó únicamente con 334 buceos.

El cálculo de la tasa metabólica relativa se hizo aplicando la fórmula:

$$\mathbf{MR= 2 * 0.0101 w 0.75}$$

donde w = masa; esta fórmula es la modificación para mamíferos marinos propuesta por Whittow (1987) a la fórmula de Klieber (1975) para el cálculo de la tasa metabólica de mamíferos terrestres.

El oxígeno disponible se calculó partiendo del supuesto que la relación O2 disponible y peso es lineal y la proporción O2/peso es constante, con el dato bibliográfico de que hembras de *Zalophus californianus* tienen $3.81 * 10^{-2}$ l/kg se obtuvo la fórmula:

$$\mathbf{O2\ disponible= 3.81 * 10^{-2} l/kg * w}$$

El límite de buceo aeróbico (LBA) se calculó por la relación de MR con O2 disponible (Kooyman y cols., 1980; Kooyman y cols., 1981; Kooyman y cols., 1983; Feldkamp, 1986; Feldkamp y cols., 1989; Durán-Lizarraga, 1995).

Un criterio objetivo para establecer el inicio y final de los trenes de buceos se obtiene construyendo una curva logarítmica de supervivencia de los intervalos en superficie entre buceos llamada Criterio de Fin de Buceo (CFB). El número de intervalos con duración mayor a un tiempo dado (t) se grafica logarítmicamente en la ordenada contra el tiempo (t) en la abscisa. Esta forma una función decreciente monotónica con una pendiente proporcional a la probabilidad de que

aparezca un intervalo en superficie en cualquier momento (Fagen y Young, 1978). Un cambio en pendiente significa un cambio de probabilidad de ocurrencia de este intervalo. El primer cambio indica una mayor probabilidad de intervalos de superficie cortos y está relacionada con la necesidad de reabastecer el almacenamiento de oxígeno entre buceos repetidos. Los intervalos entre el primer y segundo cambio en pendiente representan tiempos en superficies menos abundantes entre los buceos. Se escoge el segundo punto como el criterio de fin de buceo. Arbitrariamente se determina un número mínimo de inmersiones que deben incluirse para ser considerado un grupo de buceo (Fagen y Young, 1978; Gentry y Kooyman, 1986; Feldkamp, 1986; Feldkamp y cols., 1989).

La actividad diaria se analizó con graficas de medición de actividad con respecto a la hora del día marcando con rectángulos sombreados las horas de oscuridad durante la temporada de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSION

Hábitos alimentarios.

En la Tabla 1 se muestran las especies encontradas en copros durante el verano de 1980, 1981, 1990 y 1993 así como el porcentaje de ocurrencia relativa. Para el presente estudio se tamizaron las excretas de lobo marino colectadas durante el verano de 1996, en la tabla 2 se

presenta el porcentaje de aparición presas principales de los lobos marinos durante el verano de 1996, en Los Islotes.

Tabla 1. Porcentaje de aparición de presas principales de los lobos marinos durante los veranos de 1980, 1981, 1990 y 1993 en Los Islotes.

Especie	1980	1981	1990	1993
<i>Aulopus bajacali</i>	34.48	5.56	3.57	7.27
<i>Hemanthias peruanus</i>	10.34	**	3.57	0.91
<i>Hemanthias sp.</i>	3.45	11.11	**	**
<i>Diplectrum sp</i>	3.45	2.78	3.57	7.27
<i>Pronotogramus eos</i>	3.45	11.11	1.79	17.27
<i>Selar crumenophthalmus</i>	3.45	**	**	1.82
<i>Protonogramus multifasciatus</i>	**	2.78	1.79	13.64
<i>Porichthys notatus</i>	**	**	7.14	3.64
<i>Serranus aequidens</i>	**	**	5.36	13.64
No identificados	3.45	11.11	14.29	27.45
SERRG	**	30.56	7.14	3.64

** Ausentes

En la tabla 2 se presentan las especies que se encontraron formando parte de las presas del lobo marino durante el verano de 1996, puede observarse que varias especies (4) se encuentran en ambas tablas.

Las especies encontradas, *Porichthys notatus*, *Protonogramus eos*, *Protonogramus multifasciatus*, *Selar crumenophthalmus* y *Pontinus sp.* son presas muy importantes debido a que se han reportado en múltiples ocasiones como parte de las especies sobre las que depreda el lobo marino (Aurióles y cols, 1984; García, 1995). el conocimiento biológico sobre estas especies es escaso, aunque los reportes con los que se cuenta (Arora, 1948; Hobson, 1974; Hobson, 1975; Castro-Aguirre y cols., 1995) señalan que son especies frecuentes de aguas medianamente profundas, en particular *P. multifasciatus* puede encontrarse hasta los 267 m.

Tabla 2. Porcentaje de aparición presas principales de los lobos marinos durante el verano de 1996, en Los Islotes.

ESPECIE	% APARICION	IMP. RELATIVA
<i>Porichthys notatus</i>	<i>16.6</i>	<i>92.06</i>
<i>Selar crumenophthalmus</i>	<i>33.3</i>	<i>3.17</i>
<i>Protonogramus eso</i>	<i>16.6</i>	<i>1.58</i>
<i>Protonogramus multifasciatus</i>	<i>16.6</i>	<i>0.79</i>
<i>Pontinus sp.</i>	<i>16.6</i>	<i>0.79</i>
SERRG	<i>16.6</i>	<i>0.79</i>
NOIDG	<i>33.3</i>	<i>2.38</i>

En el capítulo IV se hace una recapitulación del conocimiento acerca de los hábitos alimenticios de los lobos marinos en Los Islotes a lo largo del año.

Datos oceanográficos.

Los resultados de las mediciones de la temperatura fueron casi idénticos para las dos estaciones de muestreo. En la figura 2 se señala la profundidad a la que se alcanzan los 18°C o la TCI para el lobo marino, esta es la temperatura por debajo de la cuál *Zalophus californianus* comienza a generar calor (Feldkamp, 1986), esta profundidad es de 75 m.

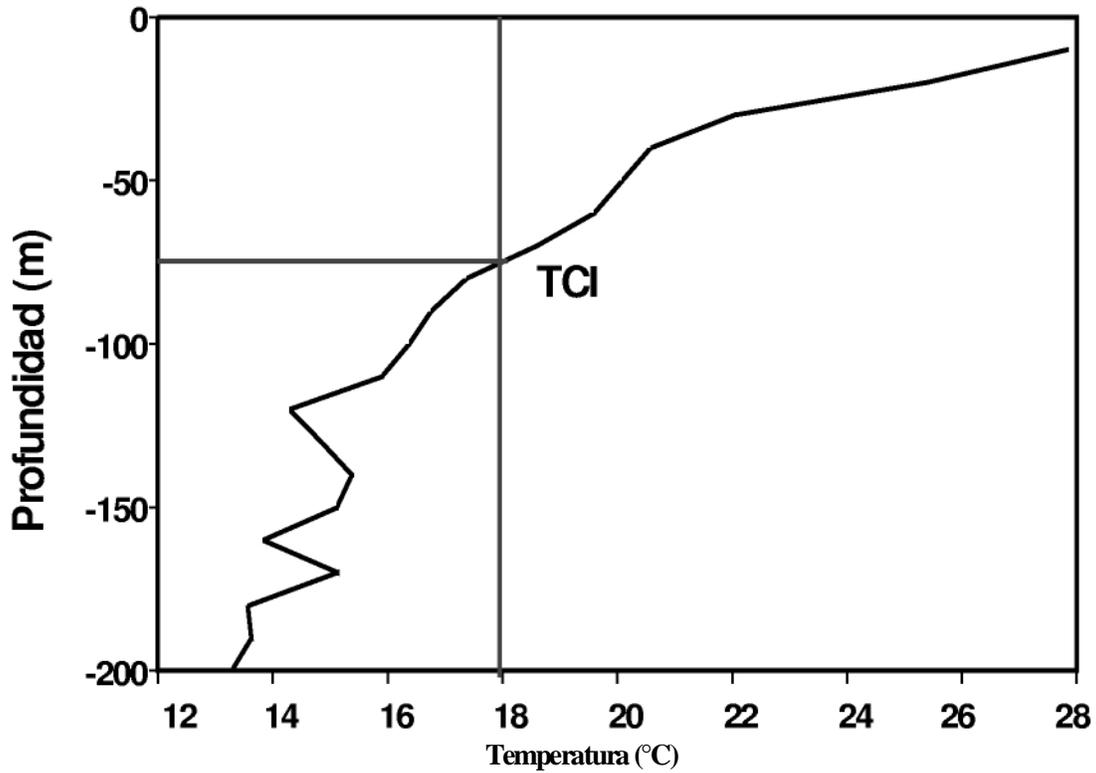


Fig. 2. Se presenta el cambio de temperatura con respecto a la profundidad; se señala en la gráfica la TCI propuesta para *Zalophus californianus* por Feldkamp en 1986 que fue 18°C, temperatura que se alcanzó a los 75 m.

Estrategia alimentaria.

La profundidad máxima que se registró en el TDR fue de 164 m, la mayoría de los buceos no sobrepasaron los 75 m (TCI), posiblemente porque su duración fue relativamente corta, su costo energético no se incrementó considerablemente (Figura 3).

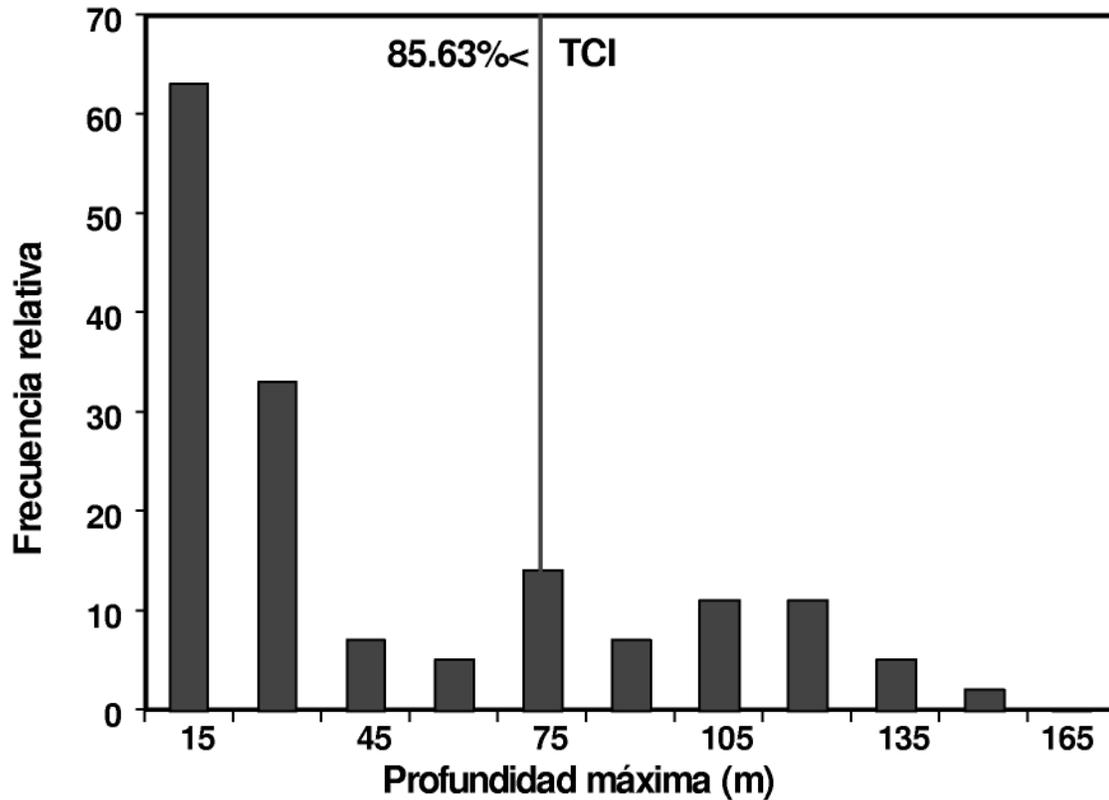


Fig. 3. Distribución de frecuencias con respecto a la profundidad. La profundidad máxima fue de 164 m, el 85.63% del total de buceos no rebasó los 75 m, profundidad a la que se llega a la TCI propuesta para *Z. californuanus*.

A partir del peso del animal que fue de 70 kg, se calculó la tasa metabólica relativa y con datos bibliográficos de oxígeno disponible con respecto a la masa, se estimó el LBA que resultó de 5.5 min. Al analizar la frecuencia de la duración de los buceos, se encontró que el más largo fue de 15 min, aunque la mayoría de los buceos fueron de menor duración que el LBA, la distribución de frecuencia puede observarse en la figura 4. La distribución de frecuencias de la duración de los buceos y de profundidad máxima son semejantes a las reportadas para otras especies de pinnípedos (Kooyman y cols., 1981; Kooyman y cols., 1983; Le Boeuf y cols., 1988; Feldkamp y cols., 1989, Thompson y Fedak, 1993; Boyd, 1993; Baranov, 1996; Schreer y Testa, 1995).

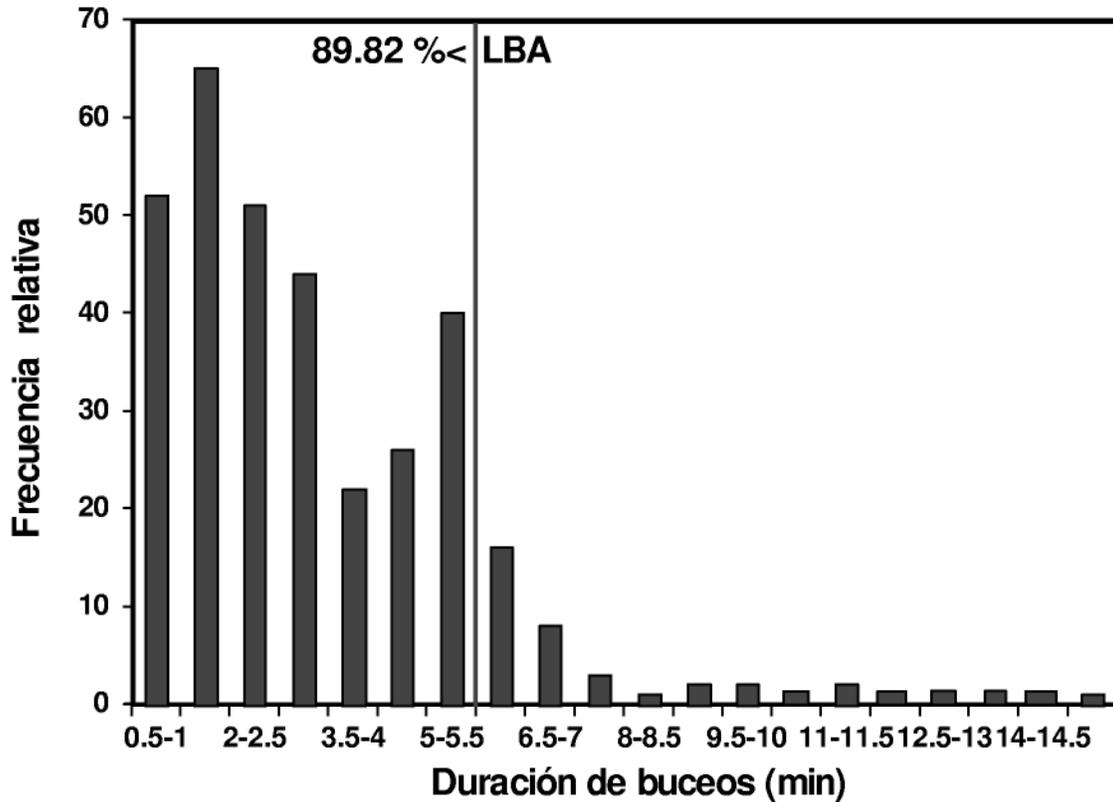


Fig. 4. Distribución de frecuencia de buceos con respecto a su duración. El buceo más largo registrado en este trabajo fue de 15 min, el 89.82% del total de buceos fueron de menor duración que el LBA estimado en 5.5 min y que se señala en la gráfica.

Para el análisis de la relación entre duración del buceo y su profundidad se elaboró la figura 5. Se encontró que la mayoría de los buceos fueron <40m y <6min. Se marcó el valor del LBA y la TCI. Sólo el 5.1% de los buceos excedió ambos parámetros y se propone que estos podrían ser los buceos realmente costosos. Aunque se ve algunos buceos en que si se presenta la tendencia de aumentar la duración con respecto al aumento de profundidad, en la mayoría no se presentó esta relación, sino que más bien los buceos de 80 a 164 m tuvieron una duración mayor al LBA pero menor a 8 min. Nótese que si bien hay buceos profundos de duración cercana a los 5 min, se presenta la tendencia esperada de aumentar la duración con respecto a la profundidad del buceo.

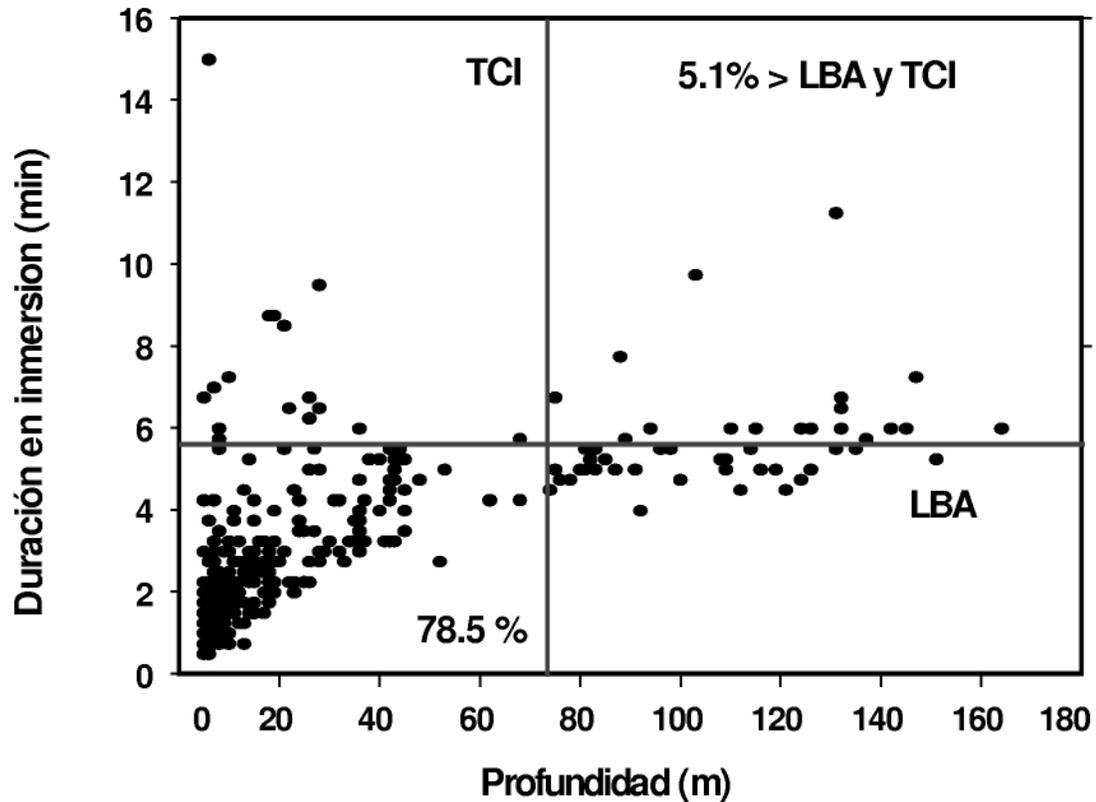


Fig. 5. Relación entre la duración de las inmersiones y la profundidad que se alcanzó en cada una de ellas. Para facilitar la representación gráfica se excluyeron los eventos en superficie mayores de 30 min. El 78.5% de los buceos fueron menores de 75 m y de 5.5 min y solo el 5.1% rebasó al LBA y la TCI.

En la figura 6 se presenta la relación entre la duración de los intervalos en superficie y la duración de los buceos (se emplearon tan solo los eventos de superficie de duración menor a los 30 min para facilitar la representación gráfica); y se señala el valor del LBA. No se ve una relación entre la duración de la inmersión y el tiempo de recuperación, que se esperaría fuera de mayor duración en aquellos buceos que exceden al LBA, sin embargo los buceos más largos presentaron intervalos en superficie post buceo menores que buceos que se encuentran dentro del LBA. No se encontró dependencia entre variables, lo que pudo estar influenciado por la dominancia de buceos aerobios que no requieren largos tiempos de recuperación. Los puntos que indican inmersiones largas con tiempo de recuperación cortos pueden ser interpretados como señal de que el límite de buceo aeróbico del lobo marino está subestimado, de igual forma

que lo ha sido para otras especies de pinnípedos (Kooyman y cols., 1980; Kooyman y cols., 1983; Le Boeuf y cols., 1988; Thompson y Fedak, 1993).

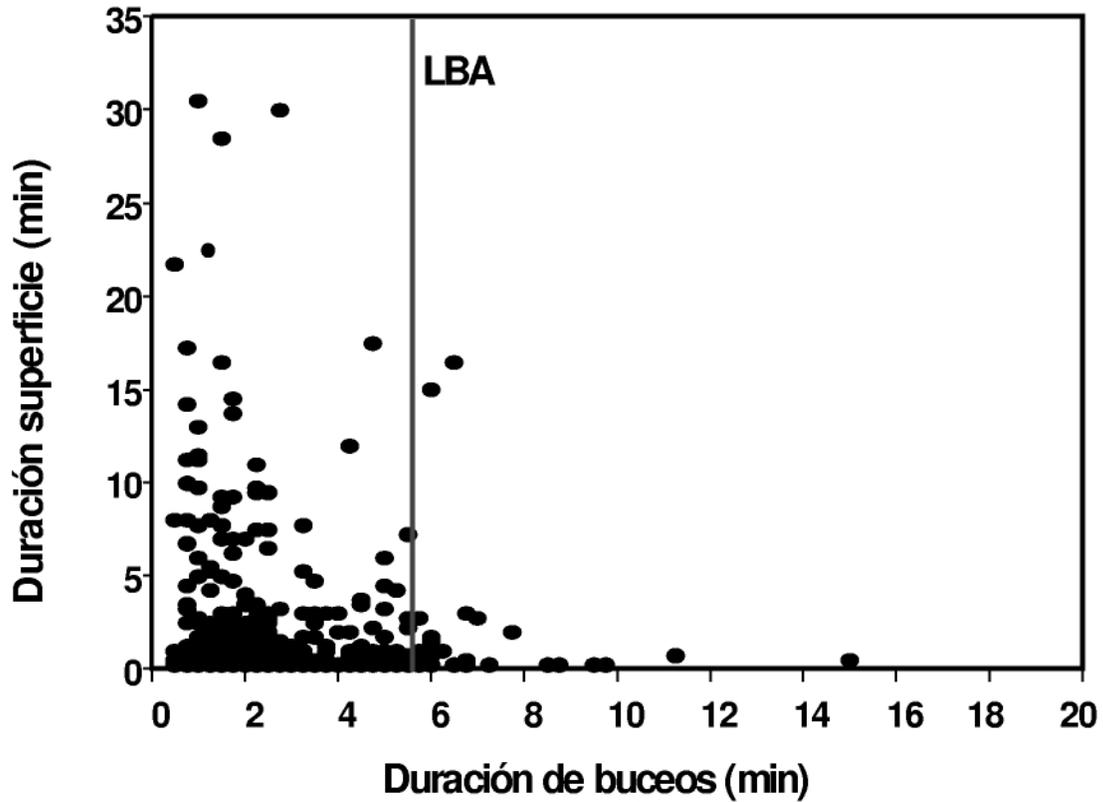


Fig. 6. Relación entre la duración de la inmersión con el período en superficie postbuceo. Se señala el LBA y se observa como no hay una dependencia clara en tre estas variables.

Para el análisis de los trenes de buceo se construyó una gráfica de Criterio de Fin de Buceo (CFB). Los cambios en pendiente significan cambios en la probabilidad de que haya un intervalo mayor a cierto tiempo t . Conforme a lo establecido por Gentry y Kooyman en 1985, el segundo punto se usa como CFB, en este caso los puntos de inflexión fueron a los 3 y 7 min, por lo tanto el tiempo de criterio de fin de buceo fue de 7 min (figura 7).

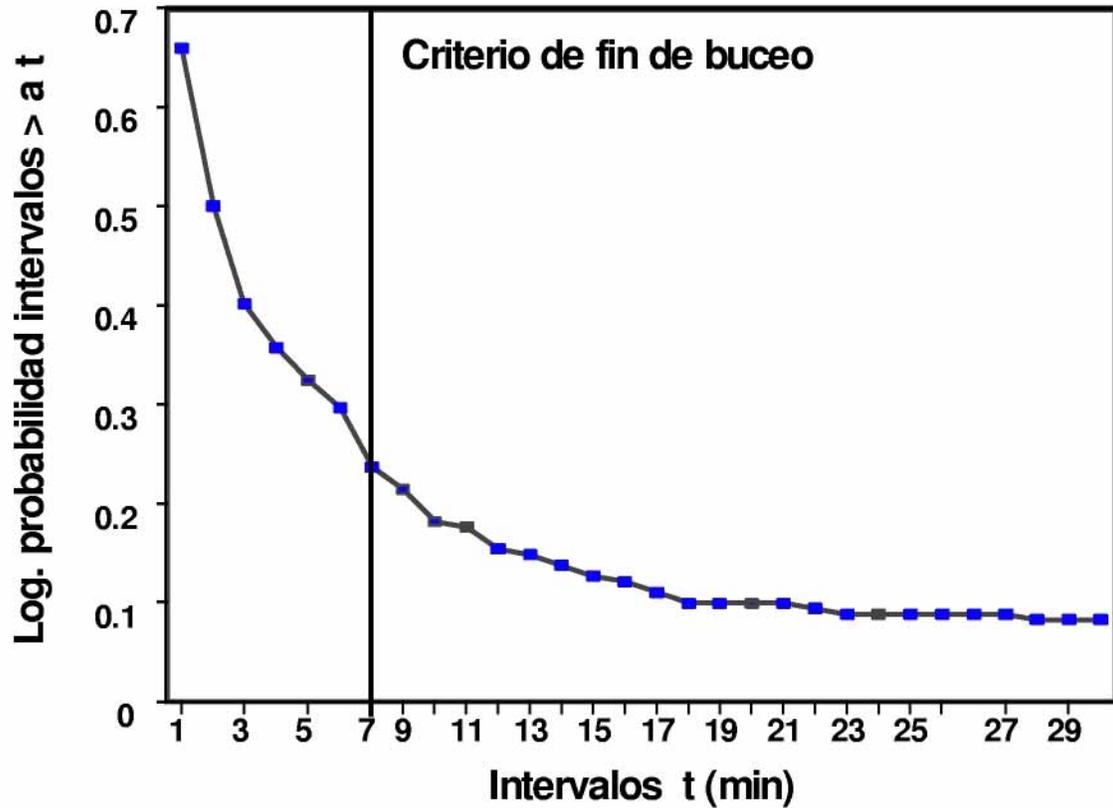


Fig. 7. Gráfica de Criterio de Fin de Buceo, el segundo cambio en pendiente marca la duración mínima del intervalo de superficie que separa a los trenes de buceo entre sí, para esta hembra fue de 7 min.

Se encontraron 12 grupos de buceo, que incluyeron al 88.3% del total de buceos. En la tabla 3 se presentan los datos correspondientes a la duración total en minutos del tren, el porcentaje de tiempo que se pasó en inmersión y en superficie, así como la duración promedio de estos intervalos. También se incluyen los datos de profundidad promedio y máxima y mínima alcanzada en cada uno de estos trenes de buceo. La variabilidad en duración y profundidad en estos fue menor que la del total de datos.

Tabla 3. Resumen de los 12 trenes de buceo: duración total (TT), porcentaje de tiempo en inmersión (%IN), duración promedio (PROM), profundidad promedio (PRO x), profundidad máxima (MAX) y profundidad mínima (MIN).

TREN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TT (min)	150.5	36	24.25	101.5	54	81	457.8	9.5	163.3	43.25	79.5	33.8
%IN.	47	70	82.47	55.67	60.19	58.02	79.9	50	84.53	75.72	92.13	67.41
PROM. (min)	2.04	2.1	3.33	3.14	3.25	2.24	3.48	1.17	4.18	6.55	5.23	2.84
% SU.	53	30	17.53	44.33	39.82	41.98	23.1	50	15.47	24.27	7.86	32.59
PROM. (min)	2.26	1.25	3.46	2.5	2.15	2.13	1.05	1.83	0.79	2.36	0.48	0.79
PRO x (m)	10.74	13.8	28.3	51.17	40.1	10.25	14.25	6.66	34.09	119.6	103.6	37.3
MAX	41	24	30	126	114	21	29	10	45	137	164	81
MIN	5	6	16	6	9	5	5	5	5	91	10	5

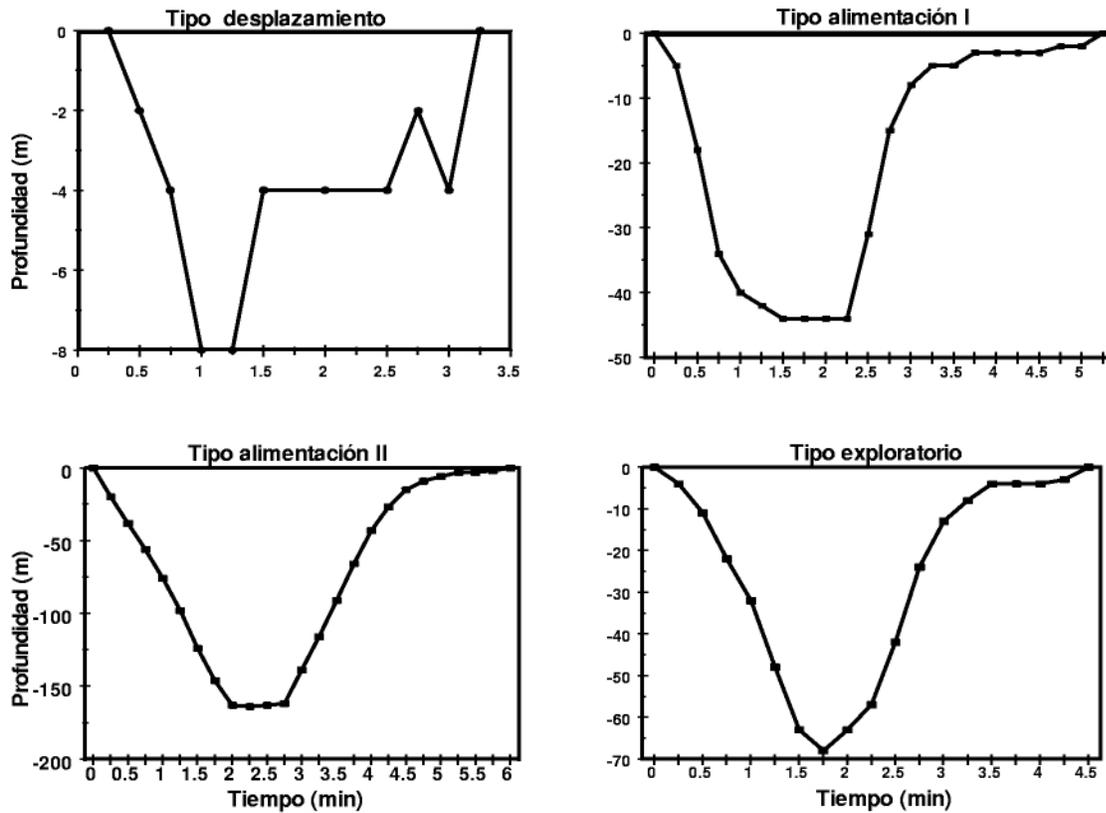
En estudios de buceos de *Zalophus californianus* en California y en las islas Galápagos se encontró que la duración promedio de los buceos fue de 1.5 a 2,8 min y la mayoría es de 1 a 1.9 min; la profundidad media fue de 31 a 98 m y la mayoría entre 20 y 50 m, el 86% de los buceos formaron parte de los trenes de buceos (Feldkamp, 1986, Feldkamp y cols. 1989).

Para el reconocimiento de los tipos de buceo se empleó a la profundidad máxima de la inmersión y la cantidad de tiempo transcurrido entre el ascenso y el descenso, encontrándose 4 tipos de buceos:

- I) de profundidad menor a 10 m, asociados a desplazamiento;
- II) de profundidad mayor a 10 m y menor a 50 m, asociados a alimentación;

III) de profundidad mayor a 50 m, con un tiempo entre ascenso y descenso mayor de 30 s tambien asociados a alimentación;

IV) de profundidad mayor a 50 m, con un tiempo entre ascenso y descenso menor de 30 s,



asociados a exploración (figura 8).

Fig. 8. Perfiles de buceos asociados al desplazamiento, alimentación (dos modalidades) y exploración.

Tanto la escala de profundidad como la temporal varían en cada gráfica con el objeto de resaltar las diferencias entre los perfiles.

En la tabla 4 se presenta el porcentaje de tiempo dedicado a cada buceo, la profundidad promedio con la desviación estándar así como su frecuencia con respecto al total de buceos. Estudios previos (Kooyman y Trillmich, 1986; Feldkamp 1986, Feldkamp y cols., 1989;) han reportado para *Zalophus* que se desarrolla durante 35 a 41% del tiempo es el desplazamiento, el buceo durante el 63.5 al 33% y el resto descanso. En esos estudios no se incluyó análisis de perfiles de buceo ni se definen actividades de alimentación y/o exploración.

Tabla 4. Se presenta la frecuencia relativa, el porcentaje de tiempo y la profundidad promedio con su desviación estandar de los tipos de buceo.

TIPO DE BUCEO	FRECUENCIA RELATIVA	%TIEMPO	PROFUNDIDAD (m)
DESPLAZAMIENTO	45.2	27.1	7±2.33
ALIMENTACION I (SOMERA)	37.7	43.36	24.9±11.7
ALIMENTACION II (PROFUNDA)	15.4	26.87	99±28.8
EXPLORATORIO	1.7	2.69	130.83±9.58

En la figura 10 se presenta el porcentaje de tiempo empleado en cada tipo de buceo por tren de buceo, la barra señalada como "fuera" corresponde a los buceos que no formaron trenes. La numeración de los trenes representa su secuencia cronológica.

Puede observarse que el mayor tiempo lo dedican a alimentación, excepto en el tren #8: todos los demás trenes presentan buceos de alimentación, la alimentación somera se presentó en 9 trenes (1,2,3,4,5,6,7,9,12) siendo la única actividad registrada en el tren #3. La alimentación profunda se presentó en 6 trenes (4,5,7,10,11,12) siendo la actividad casi exclusiva durante el tren #11. En el tren #8 solo se observó actividad de desplazamiento, ésta estuvo presente en todos los trenes excepto en el 10 y 12. La actividad a la que se dedicó menos tiempo fue la de exploración que se presentó únicamente en 3 trenes (4,7,10).

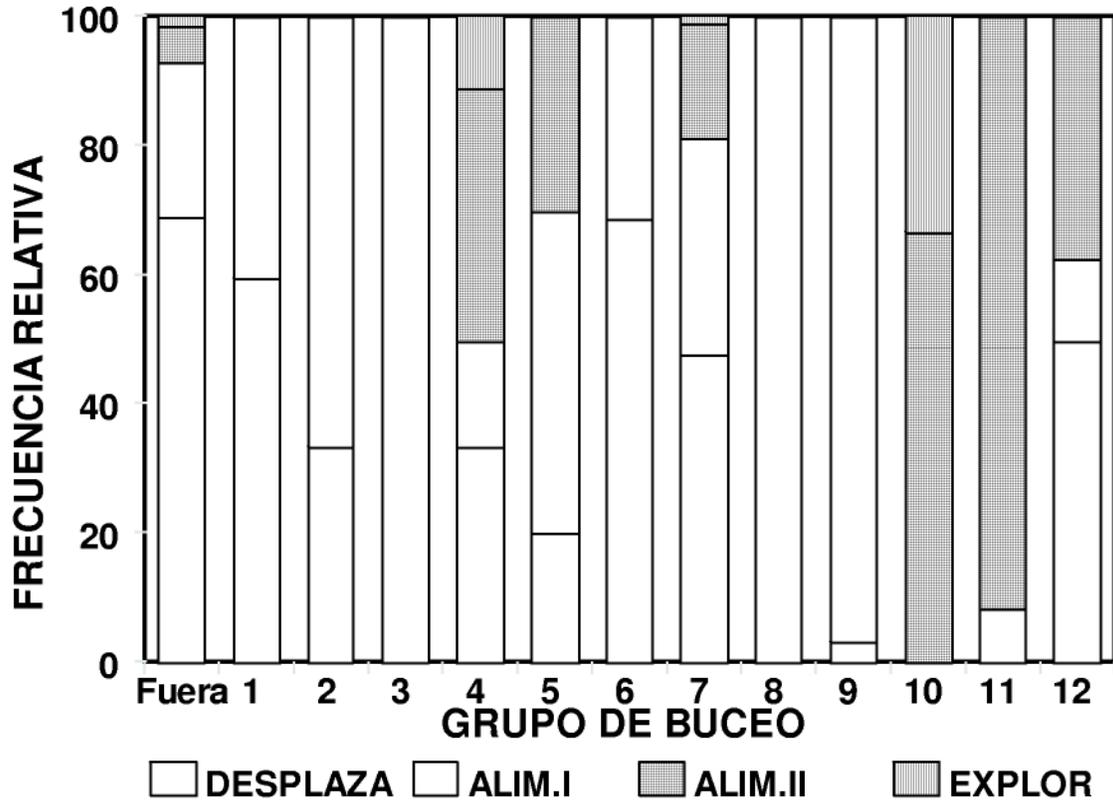


Fig. 10. Frecuencia relativa de cada actividad definida por el perfil de buceo dentro de cada uno de los 12 trenes que se encontraron. La barra denominada “fuera” representa todos los buceos que no formaron trenes. El número asignado a cada tren representa su secuencia cronológica.

El 73.5% del total de buceos que superaron al LBA fueron de alimentación lo que podría disminuir el costo real del buceo. El tiempo dedicado a cada actividad dentro y fuera de los grupo se comparó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnof y se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($DN=0.25$, 99.96%). El 88.12% de los buceos mayores al LBA se encuentra formando parte de los trenes de buceo, y prácticamente todos fueron de alimentación lo que confirma la asociación de este patrón de buceo a la actividad alimentaria.

Patrones circadianos de actividad y descanso.

Las conductas analizadas fueron nado, buceo o flotación y tiempos de lactancia de los críos. En la Tabla 5, se resume el porcentaje de tiempo dedicado a cada pauta conductual desplegada por la hembra durante los días 16 al 21 de junio, uniendo la información obtenida del TDR y de los focales.

Tabla 5. Porcentaje de tiempo por pauta de conducta a lo largo de la semana de registro del TDR. La actividad nominada como "Acuática" corresponde al registro de buceo sin diferenciar entre inmersiones y períodos en superficie.

¡Error!	DIA 16	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21
ACTIVIDAD	4	0	20	6.67	5.33	0
AT. CRIO	24	0	0.67	4.1	1.33	0
DESCANSO	52	100	79.33	58.46	33.33	0
ACUATICA	20	0	0	30.77	60	100

At. crío: atención a crío

En el análisis de la actividad de buceo por hora del día se presenta en la figura 11. El análisis se realizó en términos de la frecuencia, tiempo y profundidad máxima del buceo por hora del día. En cuanto a la frecuencia, primera gráfica a la izquierda, se encontraron dos períodos diarios con mayor número de buceos, el primero con su máximo entre las 6 y 7 hrs, un período de baja frecuencia de buceo con su menor nivel hacia las 12 hrs y el segundo incremento alcanzó su pico entre las 17 y las 19 hrs, y una disminución posterior. Un comportamiento semejante se encontró al analizar el porcentaje de tiempo por hora del día que buceó (gráfica derecha). Al graficar el promedio de las profundidades máximas que alcanzó por hora del día (gráfica inferior), se observa que durante las horas de oscuridad los buceos fueron someros y que no solo buceó pocas veces durante la noche sino que fue poco el tiempo que empleó, en tanto que los buceos entre los 20 y 40 m fueron los más frecuentes y que mayor tiempo se les dedicó. Los buceos más profundos fueron menos frecuentes y se les dedicó menos tiempo ocurriendo hacia el mediodía. Parece haber un patrón diario de buceo, aunque por el número de datos esta afirmación no puede ser sometida a un análisis estadístico que la soporte.

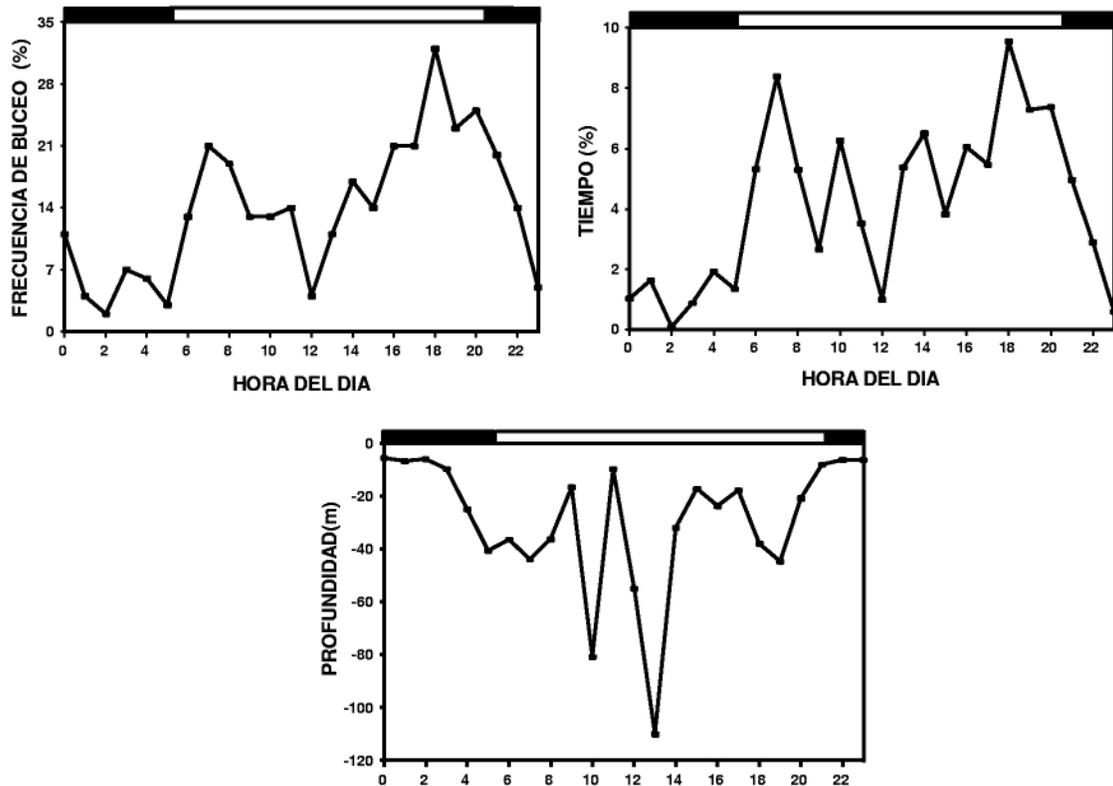


Fig. 11. Gráficas de la frecuencia relativa de buceo, porcentaje de tiempo y profundidades máximas de buceo con respecto a la hora del día. En las tres gráficas las barras negras superiores representan las horas de oscuridad durante los 5 días de registro.

A partir de la clasificación en tipos de buceo se analizó el tiempo dedicado a cada actividad en el mar: de las 22 a las 2 hrs, la única actividad fue el desplazamiento, a partir de las 3 hrs hubo actividad de alimentación tanto somera como profunda, como puede apreciarse en la figura 12. Los buceos exploratorios fueron los de menor frecuencia y el tiempo dedicado fue poco, lo que sugiere que el animal conoce el área a donde acude a alimentarse.

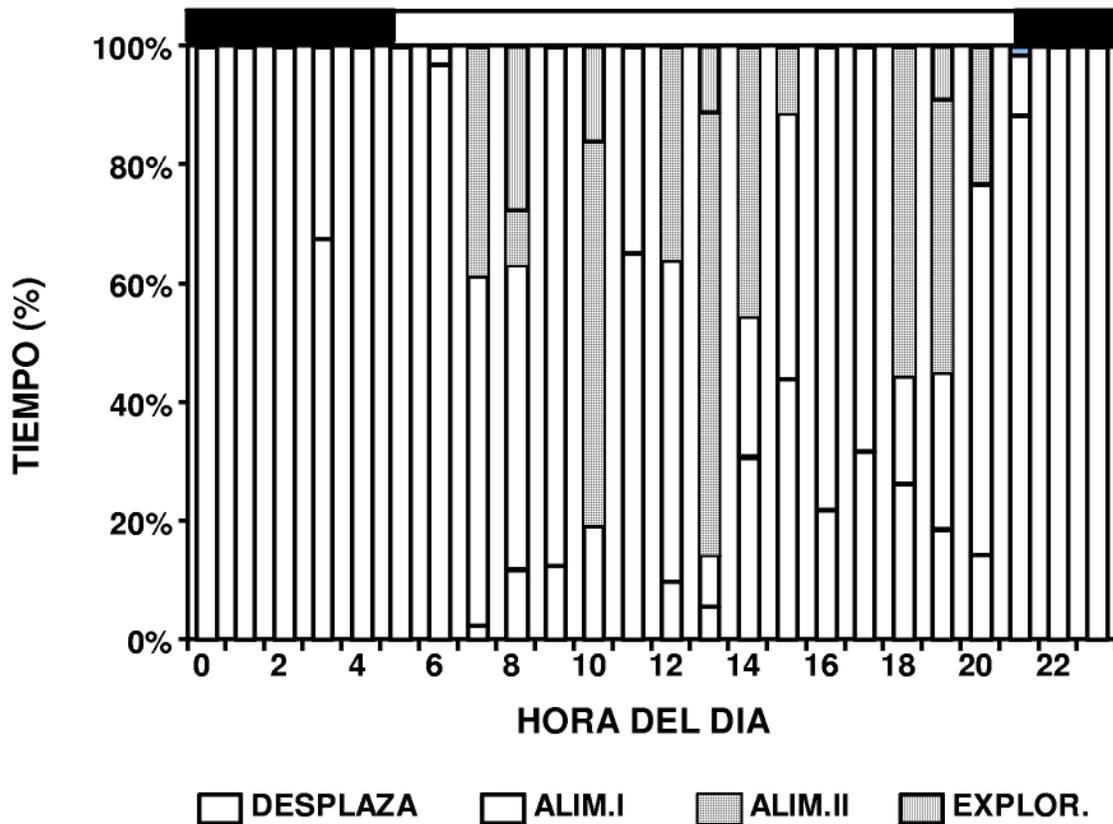


Fig. 12. Actividad realizada con respecto a la hora del día, las barras negras superiores representan las horas de oscuridad.

Los resultados de estos análisis indican que esta hembra se alimentó principalmente durante las horas del amanecer y del crepúsculo lo que coincide con lo reportados por otros autores (Hobson, 1974; García 1995), y apoya la idea de que debido a que las defensas de los peces contra la depredación son más efectivas durante el día y esta efectividad es directamente proporcional a la cantidad de luz, los períodos de transición (amanecer y crepúsculo) aún cuando son relativamente cortos, proporcionan a los piscívoros un mayor éxito reproductivo. En la Bahía de la Paz, los pescadores reportan que los lobos marinos se alimentan generalmente temprano en la mañana y durante el atardecer; Aurióles en 1988 con censos diarios en Los Islotes encontró que existía un ritmo diurno de estancia en tierra coincidente con estos reportes y con otros similares de *Eumetopias* y *Callorhinus*, este ritmo se ha interpretado como el resultado de posibles preferencias de depredación crepuscular y/o nocturna (Hanna, 1951; Mathisen y cols., 1962; Mate, 1975; Gentry y Kooyman, 1986, Aurióles, 1988).

CONCLUSIONES

El patrón de buceo de esta hembra fue semejante al que presentaron las hembras de *Zalophus* en las costas de California, la mayoría de los buceos se agruparon en trenes. En los estudios anteriores se suponía que debido a que la variabilidad de profundidad y duración de los buceos dentro de los trenes era menor que fuera de ellos, se asumía que la actividad principal era la alimentación, en el presente estudio, no solo se encuentra la misma tendencia a disminuir la variabilidad dentro de los trenes sino que al haberse podido asociar perfiles de buceo a actividades particulares, se puede validar esta afirmación ya que el 88.12% de los buceos de alimentación formaron parte de los trenes.

El LBA estimado para esta hembra fue de 5.5 min, y si bien hubo buceos prolongados (el mayor con duración de 15 min), el patrón que se presentó fue aerobio ya que el 89.92% de los buceos tuvieron una duración menor al LBA. El que el 75.5% de todos los buceos que si fueron mayores al LBA fueran buceos de alimentación sugiere que la energía que se obtiene durante estos compense el gasto energético y la disminución de eficiencia del buceo.

Otro factor que se sabe que afecta a la tasa metabólica relativa es la temperatura, se ha propuesto que para *Zalophus* la temperatura crítica inferior sea 18°C, temperatura que se registró a los 75 m de profundidad, durante los buceos más profundos se supone que hay una inversión de energía para termorregular, en el 85.63% de los casos no hay tal gasto.

Considerando juntos estos parámetros se encontró que el 5.1% de los buceos son costosos en deuda de oxígeno y termorregulación, por lo tanto es posible que, aunque no se descarta el hecho de que se haya subestimado el LBA, estos sean los buceos durante los cuales haya un cambio de metabolismo aerobio por metabolismo anaerobio.

Por lo que respecta a la actividad diaria parece haber un patrón diario definido en términos del tiempo dedicado al buceo y la profundidad de estos. Durante las horas de oscuridad la principal actividad es el desplazamiento, y al amanecer y anochecer la actividad más importante en términos de frecuencia y tiempo que se le dedica es la alimentación, esta observación refuerza la interpretación que se ha hecho del ritmo de estancia en tierra de distintas especies de otáridos, a todo esto se debe añadir el conocimiento de la biología de las distintas especies que son presas de los lobos marinos ya que las diferencias que se presentan diariamente de la profundidad de los buceos y la actividad que en estos se desarrolla pueden explicar las estrategias alimentarias de los lobos marinos y ayudar a evaluar la interacción que tengan con la pesquería artesanal .

Las características del patrón de buceo de esta hembra , agrupación de buceos en trenes, duración de las inmersiones y la profundidad de estas, fueron semejantes a las reportadas para otras poblaciones de *Zalophus californianus* (tabla 6), lo que indica que las estrategias alimentarias son características de la especie (Kooyman y Trillmich, 1986; Feldkamp, 1986; Feldkamp y cols., 1989).

Tabla 6. Duración y profundidad promedio registradas para hembras de distintas poblaciones de *Zalophus californianus*.

POBLACIÓN	% DE BUCEOS EN TRENES	DURACIÓN PROMEDIO	DURACIÓN MAXIMA	PROF. PROMEDIO	PROF. MAXIMA
*COSTA DE CALIF.	86	2.8 min	10 min	20-50	182 m
GOLFO DE CALIF.	88.3	2.5 min	15 min	20-50	164 m
*ISLAS GALAPAGOS	**	<2 min	6 min	37 m	186 m

** No se calculó

* Datos tomados de Kooyman y Trillmich, 1986; Felkamp, 1986 y Feldkamp y cols., 1989.

LITERATURA CITADA

- Altman, J. 1974. Observational Study of Behavior: Sampling methods. *Behaviour*. 49:227-267.
- Arora, H.L. 1948. Observations on the habitats and early life history of the bratrachiod fish *Porichthys notatus*, Girard. *Copeia*.
- Aurioles-Gamboa, D., Fox, C., Sinsel, F. and G. Tanos. 1984. Prey of the California sea lion (*Zalophus californianus*) in the Bay of La Paz, Baja California Sur, México.
- Aurioles-Gamboa, D. 1988. Behavioral Ecology of California sea lion in the Gulf of California. Ph.D. Thesis, University of California, Santa Cruz. 175 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: La Langostilla: biología, ecología y aprovechamiento. Aurioles-Gamboa, D. y Balart, E.F. (eds.) CIBNOR. La Paz, B.C.S., pp. 59-78.
- Baranov, E. 1996. A device for data retrieval and recapture of diving animals in open water. *Marine Mammal Science*. 12(3):465-468.
- Bengston, J. L. and Stewart, B. S. 1992. Diving and haulout behavior of crabeater seals in the Weddell Sea, antartica, during March 1986. *Polar Biol*. 12:635-644.
- Boyd, Y. L. 1993. Selecting sampling frequency for measuring diving behavior. *Marine Mammal Science*. 9(4):424-430.
- Castro-Aguirre, J.L., Schmitter, J.J, Balart, E.F.,Torres-Orozco, R. 1993. Sobre la distribución geográfica de algunos peces bentónicos de la costa oeste de Baja California Sur, México, con consideraciones ecológicas y evolutivas. *A. Esc. nac. Cienc. biol., Méx.*, 38:75-102.
- Cushing, D.H. 1992. *Climate and Fisheries*. Academic Press. Nueva York. 373 pp.

- Durán-Lizarraga, M. E. 1995. *Dinámica del buceo y frecuencia cardíaca en el humano y el lobo marino común *Zalophus californianus californianus**. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias U.N.A.M.
- Eckert, R. Randall, D. y Augustine G. 1988. *Fisiología animal. Mecanismos y Adaptaciones*. Interamericana-Mc Graw hill. pp 435-471.
- Fagen, R.M. and Young, D.Y. 1978. Temporal patterns of behavior: durations, intervals, latencies and sequences. In: P.w. Colgan (ed.) *Quantitative Ethology*. John Wiley and Sons. N.Y.
- Feldkamp, S. 1986. *Swimming and diving in the California sea lion *Zalophus californianus**. PhD. Dissertation. University of California, San Diego.
- Feldkamp, S. DeLong, R.L., and Antonielis, G. 1989. Diving patterns of California sea lions, *Zalophus californianus californianus*. *Can. J. Zool.* 67:872-883.
- Gallo-Reynoso, J.P. 1994. *Factors affecting the population status of Guadalupe fur seal, *Arctocephalus townsendi* (Merriam, 1897), at Isla de Guadalupe, Baja California, Mexico*. PhD Dissertation. University of California, Santa Cruz.
- 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. U.A.B.C.S.
- Gentry, R.L. and Kooyman, G.L. 1986. Methods of dive analysis. *In Fur Seals: maternal strategies in land and sea*. Edited by Gentry, R.L. and Kooyman, G.L. Princeton University Press. Princeton. NJ. pp 28-40.
- Hanna, G.D.. 1951. Alaska fur seals *Callorhinus ursinus* observed off San Francisco Bay, California. *J. Mamm.* 32:364-365.
- Hobson, E. 1974. Interactions between piscivorous fishes and their prey. *In Predator prey system in Fisheries Management*. Clippert. H.E. (ed). Sport. Fish. Inst. Washington. pp 231-242.

- Hobson, E. 1975. First California record of the serranid fish *Anthias gordensis* Wade. California fish and game. 61(2):111-112.
- Kleiber, M. 1975. The fire of life. Krieger Pub. Co. New York.
- Kooyman, G.L. and Campbell, W. 1972. Heart rates in freely diving weddell seals, *Leptonychotes weddelli*. [Comp. Biochem. Physiol. Vol. 43A. pp 31-36.](#)
- Kooyman, G.L., Castellini, M.A., Davis, R.W., and Sinnet, EE. 1980. Aerobic and anaerobic metabolism during voluntary diving in Weddell seals: evidence of preferred pathway from blood chemistry and behavior. J. Comp. Physiol. 138:335-346.
- Kooyman, G.L., Castellini, M.A., Davis, R.W. 1981. Physiology of diving in marine mammals. Ann. Rev. Physiol. 43:343-356.
- Kooyman, G.L., Castellini, M.A., Davis, R.W., and Mauere, R.A. 1983. Aerobic diving limits of immature Weddell seals. J. Comp. Physiol. 151:171-174.
- Kooyman, G.L., Billups, J. and Farwell, W. 1983b. Two recently developed recorders for monitoring diving activity of marine birds and mammals. In: Experimental Biology at the sea. Macdonald, A.G. and Priede I.G. (eds.) Academic Press, Inc. London. pp 197-214.
- Kooyman, G.L. and Trillmich, F. 1986. Diving behavior of Galapagos sea lions. In: Fur Seals: maternal strategies in land and sea. Edited by Gentry, R.L. and Kooyman, G.L. Princeton University Press. Princeton. NJ. pp 209-219.
- Le Boeuf, B.J., Costa, D.P., Huntley, A.C., Kooyman, G.L. and Davis R.W.. 1986. Pattern and depth of dives in Northern elephant seals *Mirunga angustirostris*. J. Zool., (Lond)A 208, 1-7.
- Le Boeuf, B. J., Costa, DP, Huntley, A.C. and Feldkamp, S. 1988. Continuous deep diving in female northern elephant seals, *Mirounga angustirostris*. Can. J. Zool. 66:446-458.

Capítulo III
ECOLOGIA DE LA CONDUCTA

Ma. Concepción García Aguilar y David Auriolos Gamboa

INTRODUCCION

El sistema de apareamiento del lobo marino es la poliginia, con establecimiento de territorios durante la temporada de reproducción (Peterson y Bartholomew, 1967). Para el Golfo de California, el periodo reproductivo abarca desde mayo hasta agosto; siendo los meses de mayo y junio cuando ocurren los partos, y los meses de julio y agosto cuando se presentan las cópulas (Morales, 1990). El cuidado de los machos hacia los críos es escaso o nulo, por lo que la supervivencia de la progenie depende de las madres casi exclusivamente, las cuales alternan sus periodos de alimentación en el mar con la lactancia en tierra.

Para algunas especies de otáridos, se han reportado períodos de ayuno de las madres de 5 a 9 días, seguidos por viajes de alimentación de entre 1 y 7 días. La condición física de las hembras es un factor determinante en la conducta de atención al crío durante el período reproductivo: las hembras de talla pequeña tienen menos energía disponible para la producción de leche, y por tanto, es menor la cantidad de nutrientes que pueden transferir a los críos. Para disminuir el gasto metabólico, las hembras pequeñas disminuyen el período de lactancia o, si la lactancia es prolongada, alternan la alimentación del crío con viajes de alimentación más frecuentes (Costa, 1993). En el lobo marino de California, la lactancia dura en promedio un año, pero puede extenderse en ocasiones hasta dos o tres años (Auriolos, com. pers.).

Para comprender la dinámica de las áreas reproductivas, es necesario el conocimiento de la conducta de las hembras reproductoras, considerando todos los aspectos que pueden influir en ella, tales como: conductas sociales, termorregulatorias, de atención al crío y alimentarias. Con el presente estudio se busca dar una caracterización completa del patrón de conducta individual (conjunto de pautas de comportamiento que un animal realiza y el tiempo que emplea en cada una de ellas) de hembras reproductoras, y determinar la relación existente entre este patrón y el crecimiento perinatal de la progenie.

MATERIAL Y METODOS

i) Area de estudio.

El estudio se realizó en la lobera Los Islotes, isla de origen volcánico de una longitud máxima de 250 m, ubicada al Norte de la Isla Espíritu Santo en la Bahía de La Paz, B.C.S., en los 24°35' N y los 110°23' W. Los lobos marinos se distribuyen en dos zonas: por la parte Este, en una zona de reproducción, y por la región Oeste en una zona de solteros, que recientemente ha sido invadida por hembras con críos (Auriolles y Hernández, 1995).

ii) Trabajo de campo.

Se realizaron 4 visitas durante la temporada reproductiva de 1996, iniciando a mediados del mes de junio y finalizando en agosto (Tabla 1).

Tabla 1. Calendarización de salidas al campo.

Visita	Inicio	Término
1	junio 15	junio 24
2	julio 4	julio 12
3	julio 28	agosto 4
4	agosto 16	agosto 23

1. Captura y marcaje. Se capturaron 4 hembras reproductoras utilizando ketaminadiazepam (0.8 mg/Kg y 0.2 mg/Kg, respectivamente) para inmovilizarlas (Baker *et al.*, 1988) a las que se les tomaron las siguientes medidas morfométricas: longitud estándar (LP), longitud curvilínea (LC), circular anterior (CA), media (CM) y posterior (CP), grosor de la grasa en la región anterior (GA), media (GM) y posterior (GP), y el peso. Se capturó y recapturó en tres ocasiones a los críos de estas hembras, tomando las mismas medidas y a otros 11 críos más para aumentar el tamaño de la muestra y evaluar el desarrollo de los cachorros durante los primeros meses de vida. Los animales capturados se marcaron para ser identificados a simple vista por el observador; las marcas consistieron en rasurar una parte de la superficie dorsal del cuerpo.

2. Observaciones conductuales. Se realizaron observaciones directas continuas desde puntos fijos durante las horas luz (de las 06:00 a las 20:00) y durante la noche a las 21:00,

22:30, 00:00 y a las 03:00 (esfuerzo de observación de 1 hora y media), empleando binoculares Fujinon 8 x 50, hojas de registro y reloj digital; para las observaciones nocturnas se utilizó un lente de visión nocturna Moonlight Products (intensificador de luz 1,500x y emisor de luz infrarroja).

a) Censos. Se realizaron censos totales, considerando todas las categorías de edad y sexo, cada 6 horas (06:00, 12:00 y 18:00 horas).

b) Lactancia. Se registró cuando alguno de los críos marcados comenzaba a mamar y terminaba cuando separaba el hocico del pezón de la madre.

c) Observaciones focales de las hembras. Se realizaron observaciones focales rotadas con una duración de 15 minutos por cada animal. Se registraron todas las actividades que la hembra desempeñaba, las actividades se agruparon en las siguientes categorías: 1) actividad, 2) descanso, y 3) atención al crío.

RESULTADOS

Esfuerzo de observación.

Se reunieron 707 horas de permanencia en la lobera (541 hrs de registro), en un total 32 días contados a partir del 16 de junio de 1996. Se realizaron 358 focales de las cuatro hembras en estudio y 90 más a una quinta hembra utilizada como control, se registraron 84 grupos de flotación, 152 lactancias de los cuatro críos en estudio y 65 de los otros 11 (Tabla 2). Se realizaron 24 censos en las dos zonas de estudio (*A* y *B*) y 17 alrededor de la lobera.

Tabla 2. Esfuerzo de observación.

Salida	Horas de observación	Focales	Lactancias
1	154	230	116
2	136	107	37
3	139	74	32
4	112	377	16
Total	541	448	191

Censos.

Las zonas A y B donde se realizó el estudio congregan a una fracción de la población de aproximadamente un 69.54%, distribuido entre las cinco categorías de edad y sexo (machos adultos, machos subadultos, hembras adultas, juveniles y críos). El porcentaje de hembras reproductoras en las dos zonas fue de aproximadamente 69.25% del total de animales de esta categoría presentes en la lobera. En la Tabla 3 se presenta el número de individuos promedio por categoría observados durante cada una de las visitas realizadas.

El número de animales va disminuyendo conforme avanza la temporada, pudiendo estar relacionado con el incremento en la frecuencia con la que las hembras salen a alimentarse, la movilidad e independencia que van adquiriendo los críos (Fig. 1) y con el abandono de la zona por parte de los machos adultos y subadultos al término de la época de reproducción (ver Capítulo I).

Tabla 3. Promedio de individuos por categoría observados en las dos zonas de estudio.

Salida	Machos	Subadultos	Hembras	Juveniles	Críos	Total
1	9.33	1.11	93.67	3.78	67.4	175.2
2	8.8	3.2	107	7.6	94	215.2
3	12.52	3	91.5	8.25	55	170.2
4	8.83	2	66.67	1.33	75.67	161.33
Total	9.62	2.01	89.3	4.71	72.96	179.25

Factor de condición y tasa de crecimiento de las crías.

El factor de condición se calculó utilizando la relación entre la masa (M) y el volumen (V), expresado en unidades de gr/cm^3 .

$$\text{FC} = \text{M} * 1000 / \text{V}$$

El valor promedio del FC (gr/cm^3) de los críos fue de $1.839 \pm 0.1993 \text{ gr}/\text{cm}^3$.

El volumen se estimó considerando el cuerpo del animal en tres partes: a) un cono desde la punta de la nariz y hasta el cuello (V_1), b) un cilindro del cuello a la parte posterior de las aletas anteriores (V_2), c) otro cilindro entre las aletas anteriores y la cadera (V_3) y d) un cono para la región entre la cadera y la punta de las aletas posteriores (V_4). El volumen total fue $V_T =$

$$V_1 + V_2 + V_3 + V_4.$$

El valor promedio del FC (gr/cm^3) de los críos fue de $1.839 \pm 0.1993 \text{ gr}/\text{cm}^3$.

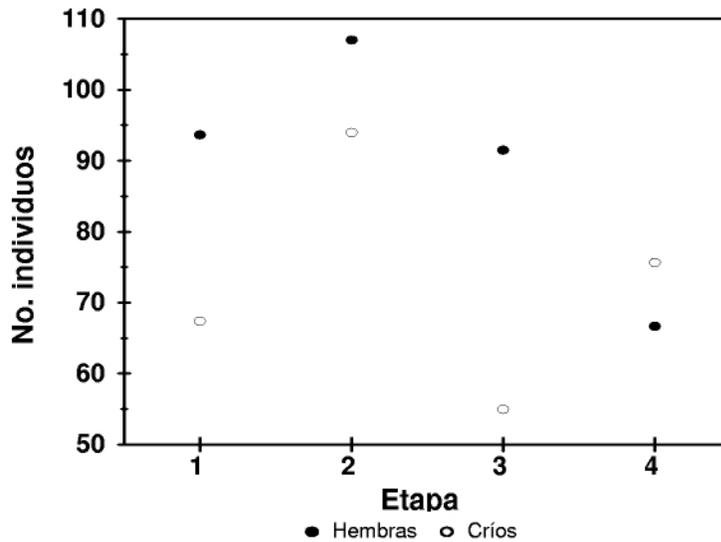


Fig. 2. Número promedio de hembras y críos observados en las zonas A y B (las etapas corresponden a cada una de las visitas)

Se estimó la tasa de crecimiento (Kg/día) y en longitud (cm/día) para los 15 críos capturados. Considerando que de la muestra 8 individuos eran hembras y 7 machos, se separó por sexos para el análisis, se aplicó una prueba de t para analizar las diferencias en el crecimiento entre sexos de lobo marino, sin encontrarse diferencia ($t = 2.04$, $P > 0.05$ y $t = 2.1$, $P > 0.05$, respectivamente). Los valores de estimación de crecimiento global y el peso promedio por sexos en cada visita se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Peso promedio de las crías, tasa de crecimiento e incremento en longitud por sexos.

Sexo	Peso (Kg)				Longitud (cm)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
H	9 ± 1.6	12 ± 1.6	15.8 ± 2.7	17 ± 1.9	73 ± 3.6	80 ± 2.9	88 ± 4.2	93 ± 2.5
M	9.7 ± 1.3	12.9 ± 1.2	17.2 ± 1.2	18.8 ± 0.9	76 ± 6.2	82 ± 3	92 ± 2.5	95 ± 3.3
	Tasa de crecimiento (Kg/día)				Incremento en lon (cm/día)			
H	0.18 ± 0.05				0.176 ± 0.0			
M	0.41 ± 0.1				0.39 ± 0.1			

Se aplicó un análisis de varianza para evaluar si existían diferencias en el crecimiento de los críos en estudio, empleando para ello el peso de cada individuo en cada visita; no se encontraron diferencias significativas, lo que hace pensar que los cachorros se desarrollaron de manera semejante en términos de la ganancia en masa ($F = 0.49$, $gl = 3, 8$; $P < 0.05$). Utilizando los valores del FC como manera alternativa para evaluar el desarrollo de los críos, se estimó para cada salida un intervalo de confianza para ver la desviación de los datos con respecto a la media: $\mu \pm 2 I o_x$; se determinó el intervalo: $1.769 < x < 1.909$.

Se tomó el siguiente criterio: si el crío (x_i) se encontraba por debajo del límite inferior, su condición era deficiente con respecto a la población ($n = 15$).

Estimación de la edad.

Se aplicó la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy utilizando los parámetros estimados por Lluch (1970) para calcular la edad de cada una de las hembras:

$$l_t = L \cdot (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

Parámetros estimados por Lluch: $L=00$

$$= 200 \quad t_0 = 0.433 \quad k = 0.2173$$

El factor de condición se calculó con la fórmula empleada para los críos. Se obtuvo un promedio en 1.8669 ± 0.1046 , con un intervalo de $1.7729 < x < 1.9609$. En la Tabla 5 se presentan las características de las crías y hembras en estudio.

La cría de la hembra número 4 fue la que presentó el menor peso de toda la muestra (15 crías), además, su tasa de crecimiento fue la más baja y su factor de condición se encontró por debajo del límite establecido; con la respecto a la hembra 4, aunque tuvo el mayor peso (122 Kg), su factor de condición también estuvo debajo del límite, y fue la hembra de mayor edad.

Tabla 5. Características de crías y hembras. PI = peso inicial, TC = tasa de crecimiento, FC = factor de condición.

Pareja	Críos				Hembras		
	Sexo	PI (Kg)	TC (Kg/día)	FC (gr/cm ³)	Edad (años)	FC (gr/cm ³)	Peso (Kg)
1	M	8	0.18	1.92	7	1.99	70
2	H	8	0.21	1.94	7-8	1.95	72.5
3	H	8	0.18	1.87	10	1.86	101
4	H	6	0.14	1.73	15	1.74	122
*Promedio		9.35	0.178	1.839			

* Promedio de los 15 críos.

Patrones de conducta.

Se distinguieron 6 conductas, con base a las cuales se realizó el análisis, estas conductas fueron:

Acostada. Cuando toda la longitud del animal se encontraba en contacto con el sustrato, ya sea boca arriba, boca abajo o del costado.

Erguida. Cuando el animal se encontraba sentada o con el cuello y cabeza inclinados hacia atrás.

Flotando. Estado de relajamiento en el mar sin que hubiera locomoción. *Nadando.*

Desplazamiento en el mar, rápido o lento.

Caminando. Desplazamiento en tierra.

Amamantando. Cuando el hocico de la cría se unía al pezón y comenzaba a succionar.

Estas conductas fueron agrupadas en tres categorías funcionales definidas como actividad en tierra, descanso y lactancia; se estimó la proporción de tiempo que dedicaron las hembras a cada una de estas categorías. Con los datos de presencia-ausencia, se estimó la duración y frecuencia de los viajes de alimentación, considerando la ausencia de las hembras como una cuarta categoría de actividad en mar (desplazamiento y alimentación). Considerando exclusivamente las conductas observadas en tierra se realizó una prueba de Friedman para analizar: 1) si existían diferencias entre los patrones de conducta a través del tiempo, y 2) un análisis más para comparar los patrones globales entre hembras (ambas pruebas se realizaron a un nivel de significación $P > 0.05$). De acuerdo a los resultados obtenidos se encontraron diferencias significativas en los patrones de conducta de una de las hembras, formando las otras tres un grupo con patrones similares. En la Fig. 3 se presentan los patrones observados de cada una de las hembras. La primer gráfica de cada esquema

corresponde a la conducta registrada durante la primer visita, la segunda gráfica corresponde a la segunda visita y así sucesivamente.

Debido a que las observaciones diurnas y nocturnas se realizaron con esfuerzos de observación diferentes, se consideró para el análisis únicamente el tiempo de observaciones pareadas, es decir, el mismo número de observación para la día y para la noche. Se aplicó una prueba de χ^2 para analizar si existían diferencias entre ambos patrones de conducta; todas las hembras fueron significativamente más activas durante el día (en tierra) que durante la noche ($\chi^2 = 7.34, P < 0.05, gl = 1$).

Medidas de atención al crío.

a) Índice de Asociación (IA).

Para cada pareja madre-cría se estimó el índice de asociación (Martin y Bateson, 1986) como un estimador del tiempo que cada hembra dedica al cuidado de su cachorro. El índice se calculó para cada salida y para el total de observaciones (Tabla 6):

$$IA = N_{AB} / (N_A + N_B + N_{AB})$$

donde

N_{AB} = número de ocasiones en las que A y B se encuentran juntos. N_A = número de ocasiones en las que A se observa sin B.

N_B = número de ocasiones en las que B se observa sin A.

Tabla 6. Índice de asociación por pareja madre-cría para cada una de las visitas y en general.

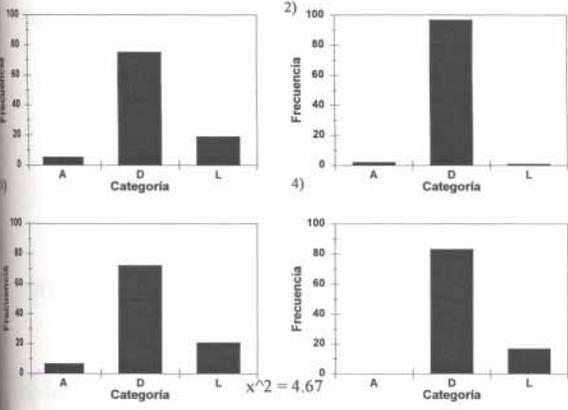
Pareja	Índice de Asociación				General
	1	2	3	4	
1	0.8772	0.5963	0.6876	0.7125	0.7684
2	0.9673	0.4926	0.8432	0.7572	0.7958
3	0.8857	0.3026	0.2698	0	0.7487
4	0.9048	0.873	0.609	0.5494	0.7910

b) Índice de inversión en la lactancia.

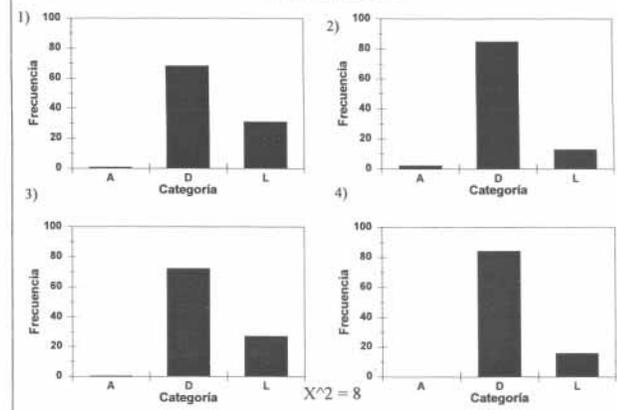
Se estimó a partir de la frecuencia relativa y la duración de la lactancia como una medida del esfuerzo que se invirtió en la alimentación al crío.

$$IIL = \text{frec. rel.} * \text{duración.}$$

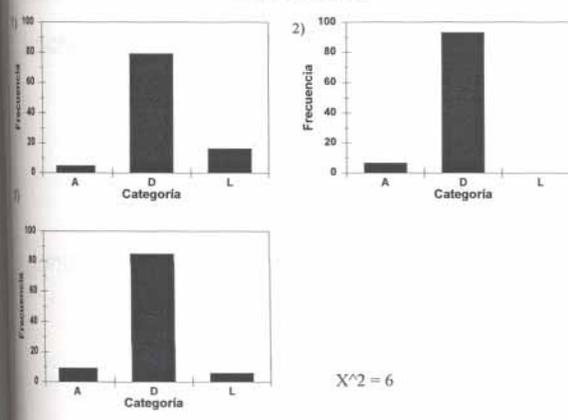
Hembra 1



Hembra 2



Hembra 3



Hembra 4

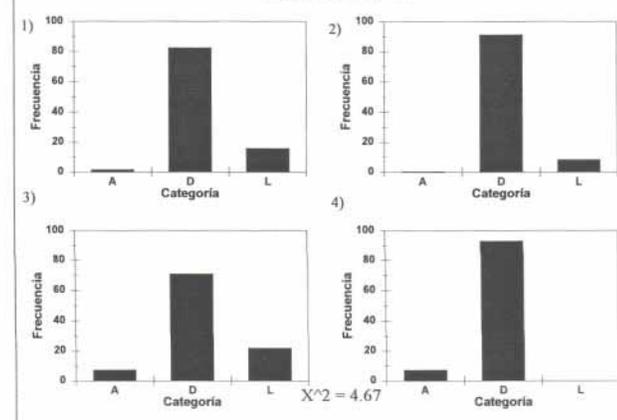


Fig. 3. Patrones de conducta de las hembras. Cada esquema representa una estapa (A = actividad, D = descanso, L = lactancia)

El valor del índice de inversión en la lactancia se estimó de manera global, es decir, considerando las cuatro etapas de observación.

c) Índice de conducta.

Para poder evaluar la estrategia conductual y relacionarla con el desarrollo del crío, se ideó un índice donde se ponderaron las tres pautas conductuales, asignándoles valores arbitrarios (de acuerdo a la relevancia de cada categoría en términos de eficiencia conductual): Actividad (A) = valor 1

Descanso (D) = valor 2

Lactancia (L) = valor 3

El índice de conducta (IC) se estimó como:

$$IC_i = A_i + D_i + L_i$$

donde:

A_i = Frec. rel de A

D_i = Frec. rel de D * 2

L_i = Frec. rel de L * 3

Mientras alto sea el valor del IC ($v_{max} = 3$), mayor tiempo se estará empleando en la atención al crío.

Se realizaron pruebas de correlación de Spearman para analizar si había relación entre los tres índices empleados (los valores globales de cada uno se presentan en la Tabla 7), encontrándose relaciones positivas en todos los casos: índice de lactancia-índice de asociación ($r_s = 0.8$), índice de lactancia-índice de conducta ($r_s = 0.63$), e índice de asociación-índice de conducta ($r_s = 0.95$).

Tabla 7. Valores del índice de inversión en la lactancia (IIL), índice de asociación (IA) e índice de conducta (IC).

Pareja	IIL	IA	IC
1	2.46	0.768	2.08
2	4.64	0.796	2.21
3	2.08	0.749	2.08
4	2.13	0.791	2.11

Por pruebas de correlación se analizó la relación entre estos índices y la ganancia en peso de las crías. Se encontró una débil correlación entre la tasa de crecimiento (TC) y el índice de inversión en la lactancia ($r^2 = 0.61$); con el índice de asociación no existió relación alguna ($r^2 = 0.003$), y con el índice de conducta fue baja ($r^2 = 0.34$) (Figs. 4, 5 y 6).

Dado que no se encontraron relaciones que dieran una explicación satisfactoria con respecto a la ganancia en masa de los críos, se decidió evaluar si existían diferencias entre las hembras en términos de los viajes de alimentación.

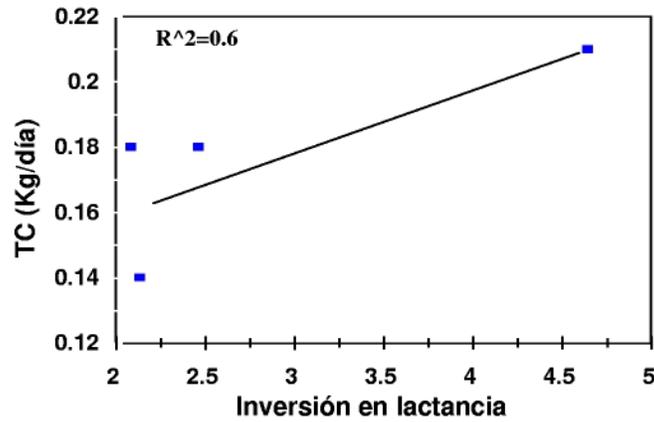


Fig. 4. Relación entre el índice de inversión materna en la lactancia y la tasa de crecimiento del crío ($P < 0.05$).

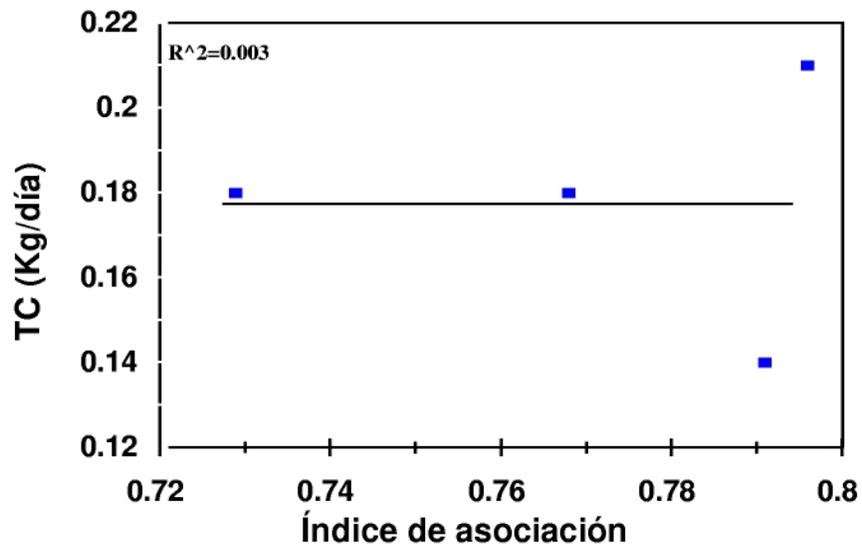


Fig. 5. Relación entre el índice de asociación madre-cría y la tasa de crecimiento del crío ($P < 0.05$).

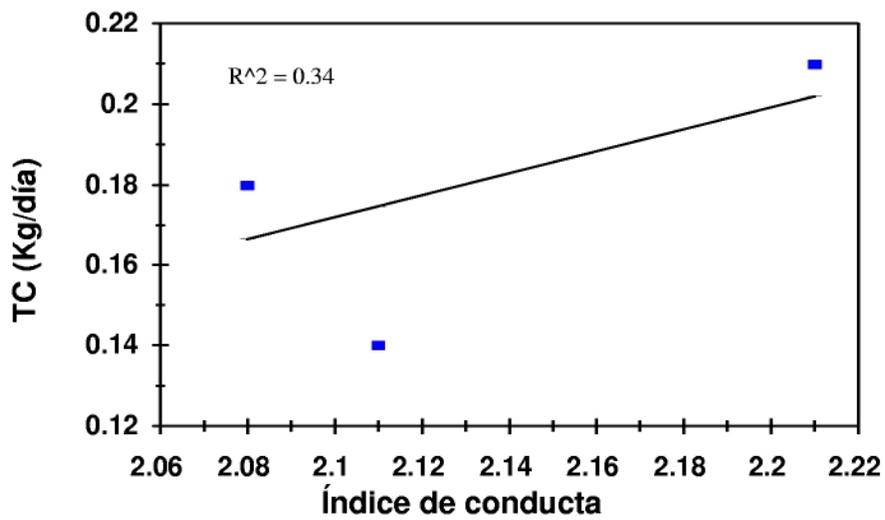


Fig. 6. Relación entre el índice de conducta de la madre y la tasa de crecimiento del crío ($P < 0.05$).

Viajes de alimentación.

Se consideró que una hembra se encontraba en viaje de alimentación cuando no se le observó en la lobera, de acuerdo con las observaciones de conducta y censos que se realizaron diariamente alrededor de toda la isla. Se estimó el tiempo en horas de cada uno de los viajes (tiempo entre la última vez que se le observó y el siguiente registro en tierra), así como su frecuencia (N° de registros de ausencia/N° de días de observación). Para analizar la variación entre la frecuencia y duración de los viajes de las cinco hembras observadas, se aplicó un análisis de varianza donde se consideraron los dos siguientes criterios: a) la diferencia en la duración de los viajes entre las hembras, y b) la diferencia en la frecuencia con la que se alejan para alimentarse.

El promedio de la duración de los viajes de alimentación de las 4 hembras fue de 1.6 ± 0.3 días: utilizando registros de otras 16 hembras marcadas observadas durante los censos (duración promedio de los viajes de 1.8 ± 0.6), se estimó un promedio de viajes de alimentación de 1.7 ± 0.2 días (Tabla 8). No se encontró diferencia en la duración de los viajes entre las 20 hembras ($F = 0.43$, $P < 0.05$), ni relación alguna al aplicar una correlación entre la tasa de crecimiento y la duración de los viajes de las 4 hembras en estudio ($r^2 = 0.63$).

Comparando estos resultados con los de estudios realizados para loberas del norte del Golfo de California, los viajes de alimentación de estas hembras tuvieron una menor duración (1.6 vs 1.9 días en promedio) (Ramírez y García, 1997), lo que sugiere que el alimento en esta región es más accesible o abundante.

Por otra parte, se encontraron cambios en la frecuencia de los viajes a través del tiempo: los viajes son más frecuentes conforme transcurre la temporada ($\chi^2 = 7.4941$). En la Fig. 7 se presenta la proporción de tiempo que permaneció cada hembra fuera de la lobera en las etapas (A= en viaje; L= en la lobera). El número promedio de viajes de las 4 hembras en estudio fue de 9.5 ± 2.5 ; de las otras 16 fue de 4.7 ± 1.8 , el promedio general estimado fue 5.45 ± 2.8 .

Se analizó la relación entre la tasa de crecimiento de las crías y la frecuencia con la que las hembras salían a alimentarse, encontrándose una alta correlación ($r^2 = 0.98$) (Fig. 8).

Tabla 8. Duración de los viajes de alimentación de 20 hembras observadas.

Hembra (marca)	Número de viajes	Duración (días)
1*	10	1.6
2*	10	1.5
3*	6	2.4
4*	12	1.5
34	5	2.5
122	3	3
72	7	2
173	5	3
112	4	1.5
VTI	6	1.5
39	5	1.6
24	3	2
57	4	1
14	3	2
002	4	1.5
131	3	1.5
134	5	2
59	3	1
40	2	1.6
123	9	1.4
Promedio	5.45 ± 2.8	1.7 ± 0.2

* Hembras en estudio.

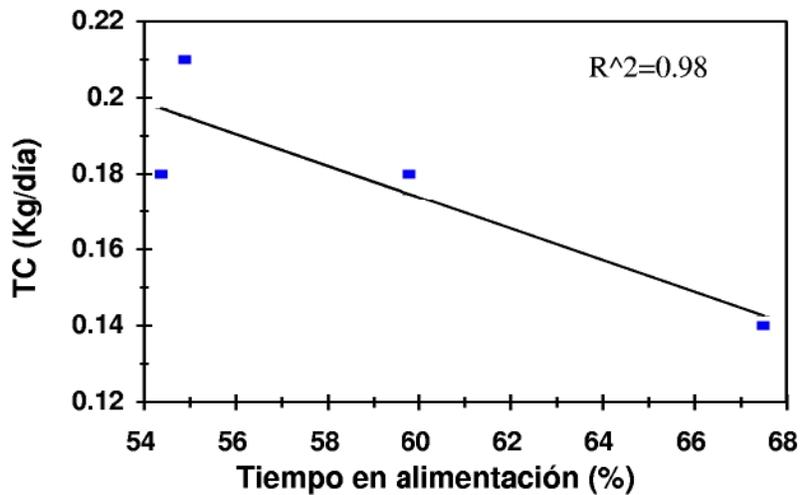


Fig. 8. Relación entre el tiempo en viajes de alimentación de las hembras y la tasa de crecimiento ($P < 0.05$).

Con la finalidad de conocer cuales podrían ser las causas que determinaron que la frecuencia con que las madres salían a alimentarse fue distinta, se realizaron pruebas de correlación entre el porcentaje de tiempo fuera de la lobera y las características de las hembras, tales como la masa ($r^2 = 0.13$), el factor de condición ($r^2 = 0.62$) y la edad ($r^2 = 0.57$). Aparentemente el factor de condición y la edad fueron los parámetros más asociados con la frecuencia de los viajes de alimentación, esto podría significar que la hembra 4 (de menor factor de condición y mayor edad) y cuyo crío presentó el menor peso al nacer, la tasa de crecimiento más lenta y el menor factor de condición (por debajo del límite), pudo tener menor éxito de alimentación y/o deficiencias metabólicas producto de la edad.

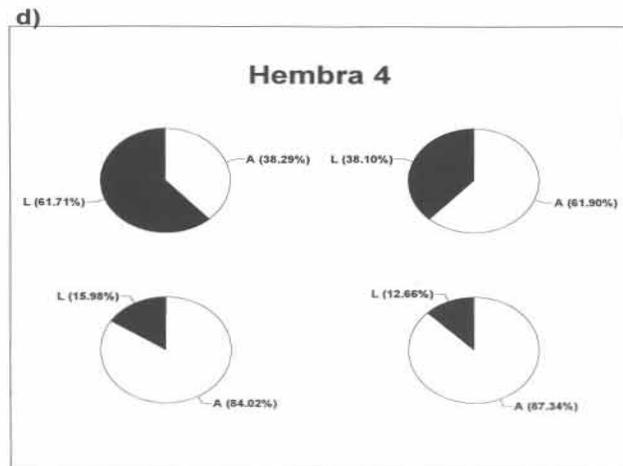
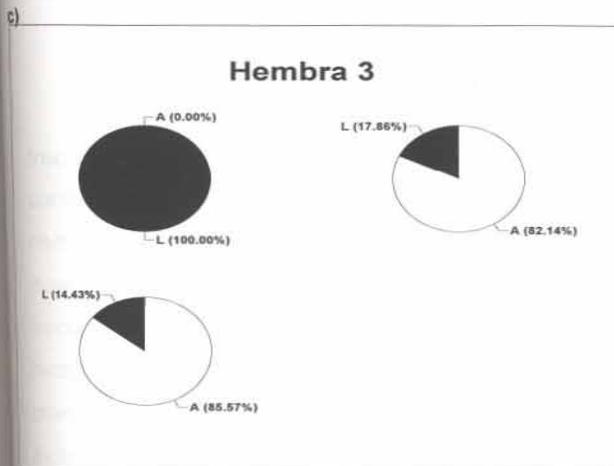
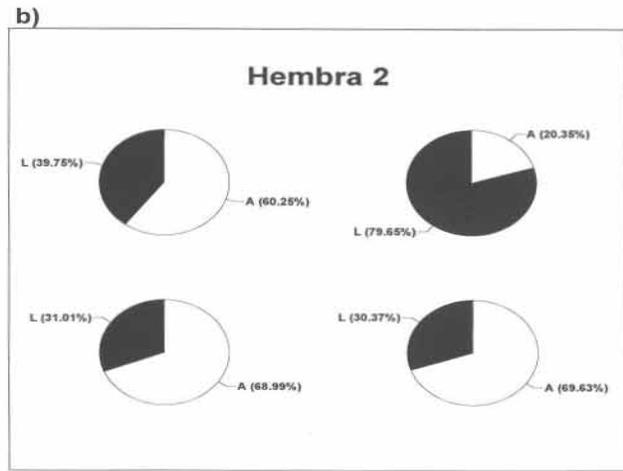
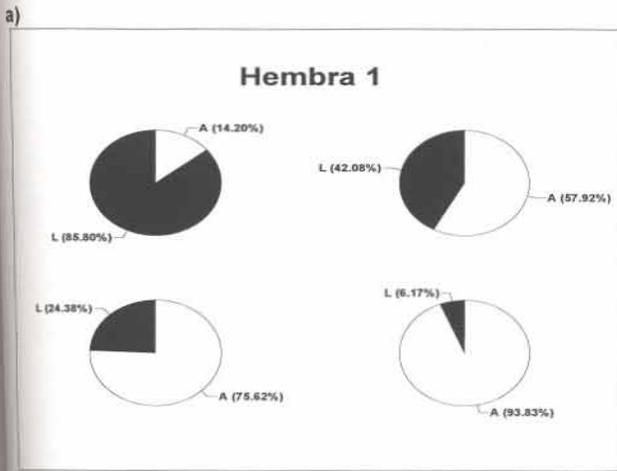


Fig. 7. Frecuencia de los viajes de alimentación a lo largo de la temporada reproductiva.

Fig. 7. Frecuencia de los viajes de alimentación a lo largo de la temporada reproductiva.

DISCUSION

En las áreas reproductivas de la lobera Los Islotes se albergan individuos de las 5 categorías de edad y sexo, siendo las hembras la categoría que representa la mayor proporción (69.54%) durante la temporada de reproducción. El número de hembras fluctuó durante los meses de observación entre 67 (última fase del estudio) a 107 (segunda fase) individuos; estas variaciones pueden estar asociadas a diferentes causas. Por una parte, al principio de la temporada se encuentran casi exclusivamente hembras que acaban de parir, que presentan conductas agonísticas marcadas, mismas que van disminuyendo paulatinamente; el aumento durante la segunda fase puede deberse a que la agresividad de las hembras-madre ya ha disminuido y esto permite el acceso a otras, la declinación posterior podría atribuirse a la frecuencia con que están saliendo al mar a alimentarse.

El factor de condición de las crías fue de $1.839 \pm 0.199 \text{ gr/cm}^3$, con una tasa de crecimiento promedio de $0.178 \pm 0.004 \text{ Kg/día}$ (menor a la reportada para loberas del norte del Golfo). El valor promedio del factor de condición de las hembras fue de 1.867 ± 0.105 . Únicamente una de las crías tuvo una condición corporal deficiente (menor a 1.769 gr/cm^3), siendo hija de la hembra que también presentó condición baja.

Se distinguieron 6 pautas de conducta (acostada, erguida, caminando, flotando, nadando y amamantando), que fueron agrupadas en tres categorías funcionales: actividad, descanso y lactancia. De estas, el descanso representó la mayor proporción (alrededor de un 78%), seguido por la lactancia (16% aproximado) y finalmente la actividad (6%). No se encontraron diferencias significativas entre los patrones de conducta de las hembras.

Los índices utilizados para medir la atención que se dedicó a las crías (IIL, IA e IC) presentaron fuertes relaciones entre ellos, sin embargo no se encontró correlación o fue débil entre estos y la tasa de crecimiento de las crías.

Los viajes de alimentación tuvieron una duración promedio de 1.6 días (menor al reportado para otras loberas), sin que hubiera diferencias entre las hembras; el hecho de que los viajes tengan menor duración podría ser una medida indirecta de la abundancia y disponibilidad del alimento. Sin embargo, la frecuencia con la que salieron a alimentarse se fue incrementando, llegando a encontrarse diferencias entre las hembras. Estas diferencias pudieran estar dadas por una parte a una deficiencia en la estrategia alimentaria o por capacidad metabólica baja.

La cría de la hembra con menor factor de condición y más edad, fue la que presentó el menor peso al nacer, la tasa de crecimiento más baja y factor de condición deficiente. Este

resultado podría estar determinado por la edad de la madre, que aunque tuvo la mayor talla (122 Kg), su cría se desarrolló más lento que las demás. El hecho de que la tasa de crecimiento haya sido baja podría ser un indicativo de que la calidad de la leche materna no estaba transfiriendo la energía requerida.

CONCLUSIONES

En una colonia reproductiva como Los Islotes más del 50% de la población lo constituyen hembras adulto. Actualmente, esta lobera se encuentra en un estado de crecimiento ya que la producción de crías se ha incrementado en los últimos años (Auriolos, 1996; ver Cap. I), lo que puede estar indicando que los recursos de los que depende la población son abundantes, o bien que los individuos tienen estrategias de conducta óptimas que les permiten obtener los mayores beneficios, reduciendo los costos.

El conocimiento de los patrones de conducta de las hembras permite analizar de una manera rápida y económica las condiciones en las que se encuentra la colonia en un momento determinado y, a través de contraste con estudios en otras temporadas o incluso de otras zonas, evaluar el estado de las poblaciones.

Una de las conductas que puede ser empleada como un parámetro importante son los viajes de alimentación. La duración de estos viajes para Los Islotes fue menor que para otras loberas del Golfo, lo que puede indicar que el alimento se encuentra disponible para estos animales. Se recomienda estudiar más intensamente este factor, ya que a través de él se podrían hacer evaluaciones indirectas de los recursos disponibles, particularmente si se tiene conocimiento de las principales presas que constituyen su dieta.

LITERATURA CITADA

- Aurioles, D. 1996. Variaciones en el factor de condición del lobo marino (*Zalophus c. californianus*) en el Golfo de California. Memorias XXI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Chetumal, Q. Roo, del 8 al 13 de abril de 1996.
- Aurioles, D. & H. Camacho. 1995. Cambio en la sobrevivencia de cinco generaciones de lobo marino en Los Islotes, B.C.S., México. Memorias XX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S. del 18 al 22 de abril de 1995.
- Costa, D. 1993. The relationship between reproductive and foraging energetics and the evolution of the Pinnipedia. *Symp. zool. Soc. London*. 66: 293-314.
- Lluch, D. 1970. Crecimiento y mortalidad del lobo marino de California. *An. Esc. Nal. de Ciencias Biológicas, México*. 18: 167-189.
- Morales, B. 1990. Parámetros reproductivos del lobo marino de California en la Isla Ángel de la Guarda, Golfo de California, México. Tesis de Maestría, Fac. de Ciencias, UNAM. 110pp.
- Peterson, R.S. & G.A. Bartholomew. 1967. The natural history and behavior of the California sea lion. *The Am. Society of Mammalogist*. 75 pp.
- Ramírez, M. & M.C. García. 1997. Inversión materna y su diferencia entre sexos de los críos del lobo marino *Zalophus californianus*. Memorias XXII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Nuevo Vallarta, Nayarit, del 27 de abril al 1 de mayo.

- Mathisen, O.A., Beade, R.T. and Loop, R.L. 1962. Breeding habits, growth and stomach contents of the steller sea lion in Alaska. *J. Mamm.* 43:469-477.
- Mate, B.R. 1975. Annual migrations of the sea lion *Eumetopias jubatus* and *Zalophus californianus* along the Oregon coast. *Rapp. P.V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* 169:455-461
- Ponganis, P., Ponganis, E., Ponganis K., Kooyman, G., Gentry, R. and Trillmich, F. 1990. Swimming velocities in otariids. *Can. J. Zool.* 68:2105-2112
- Schölander, P. 1964. Animal in aquatic environments: Diving mammals and birds. In: Handbook of physiology. Sec 4. Adaptation to the environment. Dill, D.B., Adolph, E.F. and Wilbur, C.G.(eds) American Physiological Society. Washington D. C. pp 729-739.
- Schreer, J. and Testa, J.W. 1995. Statistical classification of diving behavior. *Marine Mammal Science.* 11(1):85-93.
- Shu, C.H. 1980. Análisis de Fourier. Ed. Alfa-Omega. Barcelona. pp 1-120.
- Thompson, D. and Fedak, M. 1993. Cardiac response of gray seals during diving at sea. *J. exp. Biol.* 174:139-164.
- Williams, T.M., Kooyman, G.L. and Croll, D.A. 1991. The effect of submergence on heart rate and oxygen consumption of swimming seals and sea lions. *J. Comp. Physiol. B* 160: 637-644.
- Whittow, C.G. 1987. Thermoregulatory adaptations in marine mammals: interacting effects of exercise and body mass. A review. *Marine Mammal Science.* 3(3):220-241.

Capítulo IV

INTERACCION DE LA PESQUERIA ARTESANAL Y LA POBLACION

DE LOBO MARINO EN BAHIA DE LA PAZ, B. C. S.

David Auriolos-Gamboa, Francisco García-Rodríguez, Mauricio Ramírez-Rodríguez, y Silvia Avilés Torres

INTRODUCCION

En esta entrega hacemos una recopilación de toda la información generada, de los hábitos alimentarios del lobo marino de Los Islotes, una estimación anual de su consumo por especie, así como de la extracción de la pesquería artesanal también por especie, de modo que fuera posible establecer la magnitud de la interacción entre ambas componentes. En este informe analizamos información generada por otros estudios sobre hábitos alimentarios del lobo marino que incluye los años 1980, 1981, 1982, 1990 y 1993. Se presenta también información de reportes mensuales de captura de la pesquería artesanal en la Bahía de La Paz de 1987 a 1992, y datos sobre tamaño y estructura poblacional del lobo marino en Los Islotes de 1978 a 1985.

El objetivo es definir la importancia de la interacción del lobo marino y las pesquerías artesanales en la Bahía de La Paz, tomando en consideración por un lado, que la población de lobo marino es residente y es la colonia reproductiva más sureña dentro del Golfo de California, y por otro lado, que aparte de la pesquería artesanal, no existe ninguna otra actividad pesquera en la Bahía de La Paz, excepto la pesca deportiva, que se enfoca a especies de gran talla y que poco o nada interactúa con los lobos marinos. Por estas razones la información aquí presentada, así como las interpretaciones derivadas, podrían con seguridad, representar la actividad pesquera que compite por recursos ícticos, con la población de lobo marino de Los Islotes.

MATERIALES Y METODOS

Tamaño y estructura de la población de lobo marino.

Censos por categorías de sexo y edad (ver Capítulo III). Los censos de población que aquí se utilizaron provienen de una base de datos de registro casi mensual realizado en la lobera Los Islotes de 1978 a 1985, con el fin de aproximar las fechas de las bases de datos. El número total de censos realizados fue de 110. Con ellos fue posible verificar la regularidad de las

fluctuaciones, que tanto del total de la población, como de las distintas categorías de sexo y edad, se habían detectado desde hace varios años (Aurioles, 1982; Aurioles et al., 1983; Aurioles, 1988). El promedio mensual de los diferentes estadios por sexo y edad de lobos marinos se presenta en la Tabla 1.

Censos aéreos. Los vuelos se realizaron en una avioneta Cessna 182 ala alta, piloteada por una experta en trabajo de vida silvestre, Sandra Lanham. El vuelo se efectuó a 300 m sobre el nivel del mar, que es una altura adecuada para distinguir animales pequeños como lobos marinos, pero suficientemente elevada para evitar el disturbio de los animales observados.

El recorrido de la Bahía estuvo definido por el plan de vuelo que se muestra en la Fig. 1. Este plan fue el resultado de un compromiso entre la autonomía de la avioneta (± 4 horas), la máxima cobertura posible del área, tratando de mantener los transectos equidistantes y evitar el alejamiento de la costa a más de 40 millas, por razones de seguridad.

Los recorridos se hicieron durante mañana y tarde, tratando de hacer dos vuelos el mismo día. La avioneta cuenta con cuatro plazas, y cada persona, incluida el piloto, observaron a cada lado de la avioneta para detectar cualquier tipo de embarcación y/o animal marino visible en la superficie. El piloto y uno de los observadores contaron con geo-posicionadores de tal modo que cuando se registraba un animal ó embarcación, este debía encontrarse en un punto perpendicular al largo de la avioneta ó del transecto que se está siguiendo. En ese momento, se anotaban las coordenadas del GPS y el ángulo al que se encuentre el animal con respecto a la vertical por encima de la avioneta. Con esta información se ubicó cada registro y se prepararon los mapas de avistajes en la Bahía. Además de la ubicación geográfica se anotó la especie o tipo de animal, tipo de embarcación y número de los mismos.

Hábitos alimentarios.

Colecta de copros. Se colectaron los copros de lobos marinos sobre la lobera Los Islotes de acuerdo al calendario y tamaño de muestra presentados en la Tabla 2. Cada copro fue guardado en una bolsa de polietileno con una etiqueta que incluía los datos relevantes al muestreo. En el laboratorio las muestras fueron tamizadas a través de tamices para geología de las siguientes luz de malla (de 2.0, 1.19, 0.71 y 0.59 mm.). Todas las partes duras como otolitos (huesos del oído interno de los peces), picos de cefalópodos fueron separados para su posterior identificación.

Identificación de las presas. La identificación de las especies presa, se realizó mediante comparación directa de las partes duras con una colección de referencia de otolitos y picos preexistente (los otolitos pueden ser identificados hasta el nivel de especie). Existe en el CICIMAR, una colección de otolitos de referencia que incluye cerca de 90 especies de peces provenientes de la Bahía de La Paz.

Algunas especies que se han reportado previamente para la Bahía (García y Auriolos, en prensa), a través de heces fecales se basaron también, en la identificación con fotografías reportadas en la literatura (Fitch, 1964; Fitch, 1966; Fitch, 1968; Fitch and Brownell, 1968). La determinación taxonómica se basa en la especificidad de los otolitos de los peces (Auriolos, et al., 1984; Auriolos, 1988; Auriolos, 1991; García, 1995; García y Auriolos en prensa; Lowry et al. 1990; Lowry et al., 1991).

Asignación de la importancia de las presas. Se determinó la importancia de cada presa dentro del espectro alimentario de acuerdo a estudios previos (Auriolos et al., 1984; García, 1995). Se calcularon los siguientes estadísticos:

$$\text{Abundancia Relativa; AR} = \frac{\mathbf{ni}}{\mathbf{N}} \times 100$$

donde **ni** = No. de organismos de la especie i, y **N** = No. de organismos totales identificados. **Oi**

$$\text{Porcentaje de Ocurrencia; PO} = \frac{\mathbf{Oi}}{\mathbf{M}} \times 100$$

donde **Oi** = número de ocurrencias o copros en donde las especie i apareció, y **M** = Número de copros sobre las cuales se contabilizaron las ocurrencias.

$$\text{Porcentaje Relativo de Ocurrencia; PROi} = \frac{\mathbf{POi}}{\mathbf{SPO}}$$

donde, **POi** = Porcentaje de ocurrencia de la especie **i**; **SPO** = Sumatoria de los **PO**.

Se utilizó el Índice de Importancia propuesto por Auriolos et al (1984); **Ind. Imp.** = $(\mathbf{ni} \times \mathbf{Oi} \times \mathbf{Ci})/1000$, donde **Ni** = Número total de organismos de la categoría **i**; **Oi** = Número de ocurrencias o copros en donde la categoría i apareció; y **Ci** = Número de ocurrencias muestrales, colectas o meses en donde la categoría i apareció.

Estimaciones de consumo de la población de lobo marino.

Estimación del peso promedio de cada categoría. Dado que las formulaciones de consumo de alimento requieren de los valores de masa corporal, se realizó una compilación de la información del peso para las distintas categorías, las cuales se presentan en la Tabla 3. Para los cálculos de consumo se consideraron los valores promedio de las estimaciones de peso corporal de cada categoría.

Estimación del consumo diario de alimento. Para estimar el consumo de alimento diario para las distintas categorías de sexo y edad de la población de lobo marino, se realizó una comparación de algunas estimaciones de consumo diario (Tabla 4). Uno de los cálculos está basado en la formulación de Kleiber (1961), que estima la cantidad mínima de energía (kcal/día⁻¹) necesarias para mantener el metabolismo basal:

$$\mathbf{Mb} = 70 (\text{mc})^{0.75}$$

donde, Mb es la tasa metabólica basal, 70 es el coeficiente de proporcionalidad para mamíferos y el exponente es igual a la pendiente de la curva empírica de Hemmingsen (Peters, 1980), donde se relaciona la intensidad del metabolismo con la masa corporal. Para estimar la cantidad de pescado que se requiere para mantener el metabolismo estandar (metabolismo basal) de un animal de 100 kg, se procedió como sigue:

$$\mathbf{Mb} = 70 (100)^{0.75} \text{ equivalentes a } 2214 \text{ kcal/día} \text{ -1.}$$

Se asumió que si un kilogramo de pescado produce en promedio 1270 kcal, (Peters, 1980; Weatherly y Hill, 1987), entonces 2214/1400 equivalen a 1.6 kg de pescado diario para mantener el metabolismo estandar de un animal de 100 kg.

Sin embargo, la formulación de Kleiber estima la tasa metabólica basal ó estandar, que es significativamente menor a la tasa metabólica en actividad ó de animales en vida libre. Por tal motivo, a la anterior formula se multiplicó el coeficiente de Farlow (1967), quien encontró que la tasa de ingestión (masa corporal/biomasa consumida por día) es 2.6 más alta a la relación masa corporal/tasa metabólica estandar). Finalmente a esta estimación se le multiplicó el coeficiente empírico de Irving (Irving y Krog. 1973), quien comparó la regresión masa *versus* intensidad metabólica entre mamíferos terrestres y marinos, encontrando que estos últimos presentan un metabolismo 1.8 veces mayor.

De este modo, la formula para estimar la tasa de ingestión en el lobo marino de 100 kg (Kleiber 2 en Tabla 4), se procedió como sigue:

$$\mathbf{T. I. = 70 (\text{masa})^{0.75} /1270 \text{ cal/día}^{-1} (2.6) (1.8)}$$

Al dividir la tasa metabólica basal de Kleiber entre las calorías que produce un kg de pescado, se convierte directamente el requerimiento energético a biomasa de alimento diario, por lo que es posible multiplicar este valor con los coeficientes de Farlow e Irving. Estos resultados se dividieron entre la masa corporal de cada categoría para obtener el porcentaje de biomasa en relación al peso de cada animal que se necesita diariamente para su mantenimiento. De esta forma los resultados son directamente comparables con los obtenidos por otros medios. Por ejemplo, en zoológicos se ha estimado que los machos subadultos requieren alrededor del 8.3% de su peso, como alimento diario (columna 2), mientras que en vida libre el peso del contenido estomacal en relación al peso corporal se ha estimado en 8.3% (columna 3), valores muy cercanos al estimado mediante la formulación explicada anteriormente y denominada Kleiber 2 (columna 5) en Tabla 4. Se seleccionaron las estimaciones encerradas en recuadro, debido a que los cálculos estimados con la técnica de radio-isótopos son las más exactas a la fecha (Costa, 1993). Dado que no existen este tipo de estimaciones para las otras clases de sexo y edad, se resolvió utilizar la formulación denominada Kleiber2. En la última columna de esa tabla, se presentan los consumos estimados para cada categoría de sexo y edad de lobo marino.

Estimación del consumo mensual por categoría de sexo y edad. Una vez conocidos los pesos promedio de cada categoría (Tabla 3) y estimados los consumos diarios de cada una de ellas (Tabla 4), se procedió a estimar el consumo mensual de cada categoría multiplicando el consumo diario por el número promedio de animales presentes en la lobera (Tabla 1), basado esto en la siguiente formulación:

$$C M = I D * 30 * T P$$

donde C. M., es el consumo mensual, **I.D.** es la ingestión diaria en kg, 30 es el número de días por mes, y **T. P.**, es el tamaño poblacional promedio de esa categoría. Las estimaciones mensuales de consumo de la población están basadas en las siguientes premisas: Las crías se excluyen del consumo ya que dependen de las madres para su subsistencia durante el primer año de vida (Peterson y Bartholomew, 1967).

B. El número promedio mensual de hembras lactantes es igual al número de crías promedio presente en la lobera.

C. Los machos adultos no se alimentan durante el período de reproducción (junio y julio) (Peterson y Bartholomew, 1967), por lo que se excluyen de las estimaciones de consumo durante esos meses.

Estimaciones de las capturas y composición específica de peces de la pesquería artesanal en la Bahía de La Paz.

Se tuvo acceso a parte de la base de datos que sobre las capturas de la pesquería artesanal en Baja California Sur, ha venido recopilando el M. C. Mauricio Ramírez R. investigador del CICIMAR. Esta base de datos incorpora los datos de arribos de pesca mensuales de las distintas localidades del estado, formando parte de los registros históricos de la Oficina de Pesca. La fracción de la base de datos que aquí se analizó corresponde a todos los registros relativos de las localidades de pesca dentro de la Bahía de La Paz, y dentro del período de enero 1987 a diciembre de 1990 (cinco años ó 60 meses).

Cada reporte o arribo de pesca incluyó la captura por especie, la fecha y la localidad, de tal modo que fue posible estimar la biomasa mensual extraída de cada especie o recurso. Los nombres comunes asignados por los pescadores fueron identificados con nombre científico, pero en algunos casos correspondieron a varias especies. Por lo que para el análisis posterior, se utilizarán nombres comunes, cuando se haga referencia a las capturas de la pesca artesanal.

Tabla 1. Promedio mensual de lobos marinos en Los Islotes por categorías de sexo y edad (n = 110).

	C	A	T	E	G	O	R	I	A	S
MES	MACHO S ADULTO	MACHOS SUADULTO	HEMBRA S NO	HEMBRAS LACTANTE	JUVENILES	CRIAS	TOTA L			
ENERO	4	114	21	18	30	18	205			

FEBRERO	3	72	18	22	7	22	144
MARZO	2	58	27	21	10	21	139
ABRIL	4	47	26	19	7	19	122
MAYO	8	33	30	19	17	19	126
JUNIO	9	27	23	31	22	31	143
JULIO	9	7	33	32	20	32	133
AGOSTO	3	11	10	52	13	52	141
SEPTIEMBRE	4	23	5	40	27	40	139
OCTUBRE	3	44	6	36	20	36	145
NOVIEMBRE	4	128	16	38	26	38	250
DICIEMBRE	5	172	45	32	27	32	313

Nota: no incluye los censos realizados durante este proyecto

Tabla 2. Número de copros colectados en la Isla Los Islotes, B.C.S. El porcentaje promedio de copros con otolitos fue de 50.4

	1980	1981	1982	1990	1993	TOTAL
ENERO	-	23	21	-	-	44
FEBRERO	-	18	-	27	34	79
MARZO	-	21	-	-	144	165
ABRIL	-	29	6	26	38	99
MAYO	-	-	-	49	-	49
JUNIO	-	31	-	27	44	102
JULIO	-	-	-	-	26	26
AGOSTO	-	17	-	18	60	95
SEPTIEMBRE	13	-	-	16	31	60
OCTUBRE	30	-	-	-	37	67
NOVIEMBRE	33	23	-	-	31	87
DICIEMBRE	17	10	-	-	-	27
TOTAL ANUAL	93	172	27	163	445	900

Tabla 3. Estimación del peso corporal promedio para las categorías de sexo y edad del lobo marino de california.

CLASE	PESO (kg)	FUENTE
Machos adultos	281	Scheffer, 1958
	250	Peterson <i>et al.</i> , 1967

		275	Maxwell, 1967
		275	Lluch, 1969
	Promedio	265	
Machos Suadultos		185	Lluch, 1969
		175	Aurioles, 1988
	Promedio	180	
Hembras adultas		91	Scheffer, 1958
		75	Peterson <i>et al.</i> , 1967
		90	Maxwell, 1967
		82	Lluch, 1969
		85	Costa, 1984
		75-120	Este estudio
	Promedio	85	
Juveniles		40	Lluch, 1969
		36	Costa, 1984
	Promedio	38	

Tabla 4. Tasas de ingestión diaria para *Zalophus californianus* derivadas de varios métodos.

CATEGORIA SEXO/EDAD	PESO KLEIBER CAUT. SILV.			RADIO KLEIBER		CONSUMO kg/día
	kg	T. M. B.	ZOOL.	C.E.	ISOT.	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	

Tabla 4. Tasas de ingestión diaria para *Zalophus californianus* derivadas de varios métodos.

CATEGORÍA SEXO/EDAD	PESO KLEIBER kg	CAUT. SILV. RADIO KLEIBER					CONSUMO kg/día
		T. M. B. (1)	ZOOL. (2)	C.E. (3)	ISOT. (4)	2 (5)	
MACHOS ADULTOS	250	1.4	12			6.5	16.2
MACHOS SUBADULTOS	185	1.5	7.2	8.3		7.0	13.0
HEMBRAS SIN CRIO	85	1.8				7.2	6.1
HEMBRAS CON CRIO	85				10.1		8.2
JUVENILES	38		12.5	9.4	10.4		4.1

1. Basado en Kleiber (1975), ver Metodos.

2. Valores promedio obtenidos de animales en zoológicos.

3. Valores promedio obtenidos como contenido estomacal en animales en vida libre. 4. Valores obtenidos con la técnica de radio-isotopos.

5. Valores obtenidos a partir de Kleiber (1975); Farlow (1967) e Irving (1968).

Nota. Todas las estimaciones anteriores están dadas en porcentajes relativos a la masa corporal.

RESULTADOS Y DISCUSION

Censos de población de lobo marino por sexo y edad.

De la base de datos de 110 censos de población en la colonia reproductiva Los Islotes y realizados entre 1978 y 1985, se preparó la Tabla 1. En ella se muestra la estructura por sexo y edad promedio de la población por mes. Las fluctuaciones regulares a lo largo del año fueron las de los machos subadultos que incrementan su número en invierno, las hembras adultas y los machos adultos que tienen su máximo en verano, por razones reproductivas (Aurioles, et al., 1983; Aurioles, 1988; ver Capítulo I).

Censos aéreos. Se realizaron tres vuelos; el primero el día 27 de mayo de 1996; el segundo y tercero el día 7 de octubre del mismo año.

Mayo 1996. Vuelo matutino.

En el vuelo de mayo se avistaron 6 lobos marinos, registrados todos en la parte sur de la Bahía (Fig. 2). La distribución de los lobos marinos fue parecida a la de la mayoría de los avistajes de cetáceos (8 en total) según se aprecia en la Figura 3. En este vuelo se detectaron por lo menos 5 especies de cetáceos entre ellos dos delfínidos (*Tursiops truncatus* y *Delphinus capensis*) que significaron casi el total de la abundancia (415) de las especies registradas (420). La única especie observada en la parte norte de la Bahía durante ese vuelo, fue el cachalote (*Physeter macrocephalus*) con un solo individuo.

Otras especies marinas observadas fueron peces de gran tamaño (Tiburón ballena, atunes y mantarrayas), que a diferencia de los mamíferos marinos se concentraron en la parte norte de la Bahía de La Paz (Fig. 4).

Las embarcaciones (Fig. 5), se encontraron dispersas en toda la Bahía, dejando dos parches desocupados; al oeste de la Isla Espiritu Santo y en la parte sur y más somera de la Bahía. Coincidentemente los lobos marinos (Fig. 2) se encontraron en la parte sur de la Bahía y la mayoría de los otros mamíferos marinos se encontraron al suroeste de la Isla E. Santo (Fig. 3), donde también coincidieron algunas pangas.

Octubre 1996. Vuelo matutino.

Como se mencionó, en este mes se realizaron dos vuelos (día 7). En el primero, se registraron 11 lobos marinos que tendieron a concentrarse en la parte Central de la Bahía y cerca de la Isla Espiritu Santo (Fig. 6). Las demás especies de mamíferos marinos (cetáceos), tendieron a seguir el mismo patrón que los lobos marinos, pero también ocupando la parte norte de la Bahía (Fig. 7). En este vuelo, se hicieron 14 avistajes, que incluyeron tres especies de odontocetos y una

de misticeto (rorcual). La mayor abundancia por especie correspondió al tursión (*Tursiops truncatus*) con el 86.5% de los 1225 individuos avistados.

En la Figura 8, se muestra la ubicación de las embarcaciones en la Bahía de La Paz durante la mañana del día 7. En general las embarcaciones tendieron a concentrarse en la parte oriental de la Bahía y alrededor de la Isla Espiritu Santo. Las embarcaciones de pesca artesanal (pangas) fueron en total 32, de las cuales 15 (48.3%) se encontraban en el mar y 17 en la costa. Es posible decir en general, que las pangas que se encuentran en tránsito no están pescando, y con alta probabilidad aquellas que se encuentran estaticas en el mar, se encuentran realizando alguna faena de pesca. Todas las pangas en el mar estuvieron estaticas. De estas, 13 (86.6%) se encontraron en la margen externa de la Bahía de La Paz, al norte, este y sur de la Isla Espiritu Santo. **Vuelo vespertino.**

Durante el vuelo de la tarde, se observaron 6 lobos marinos, casi la mitad de los observados durante la mañana, estando 5 de ellos dentro de la Bahía (3 al sur y dos cerca de la costa norte), y uno fuera de la misma (Fig. 9). Por su parte los cetáceos, fueron observados en 7 avistajes sumando un total de tres especies y 564 individuos (Fig. 10). La distribución espacial de los cetáceos siguió el mismo patrón registrado en el vuelo matutino, pero tanto el número de avistajes como el de individuos involucrado, se redujo a la mitad de los valores registrados en la mañana. En resumen todos los mamíferos marinos redujeron su abundancia de la mañana a la tarde en el área de observación.

Por otra parte, las embarcaciones aunque siguieron el mismo patrón de distribución espacial que el registrado en la mañana (Fig. 11), se concentraron más hacia el sur de la Bahía, principalmente las pangas, que se encontraban en tránsito. Durante la tarde, se detectó un total de 40 pangas, 18 de las cuales (45%), se encontraban en el mar, pero en su mayoría en tránsito, probablemente debido a el final de actividades del día y acercamiento al puerto de La Paz. En la Figura 12, se muestra la ubicación de los cardumenes de peces, que no es posible comparar con el vuelo matutino, ya que no se registraron avistajes.

Tanto los lobos marinos como la mayoría de los cetáceos tendieron, de manera general, en ambos vuelos, a ubicarse en la zona de menor tránsito de embarcaciones.

Encuestas a pescadores artesanales.

En el informe anterior del proyecto se mencionó que a esa fecha se habían logrado 4 entrevistas a pescadores en sus lugares de trabajo. Para el segundo informe el número de entrevistas se incrementó a 10, y no fue posible aumentar, ya que en el invierno, bajó la actividad pesquera artesanal en la Bahía, debido a las condiciones climáticas.

En la Figura 13, se muestra la frecuencia de las artes de pesca utilizadas en la Bahía de La Paz. El propósito de esta grafica es el de mostrar el porcentaje en el uso del chinchorro, que es el arte con el que los lobos interactúan mas frecuentemente, debido a la facilidad para robar el pescado enmallado y también el riesgo de enmallarse. Se ha reportado también robo de pescado en anzuelo con línea, pero esto es menos frecuente y no representa riesgo de muerte para los animales, aunque sí accidentes a los pescadores. En la cimbra, que es una linea de anzuelos que se deja durante un cierto número de horas, y se destina principalmente a la captura de tiburón. La mayoría de los pescadores coincidió en mencionar que no existen problemas con el lobo marino en este arte de pesca o es raro.

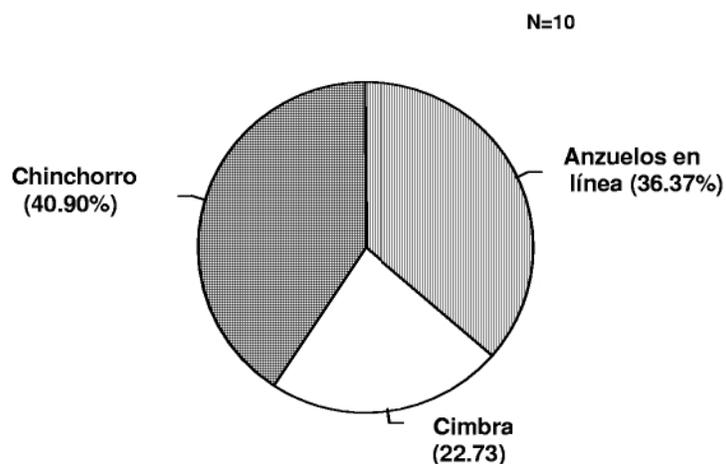


Fig. 13. Frecuencia de las artes de pesca usadas en Bahía de La Paz, según 10 entrevistas a pescadores.

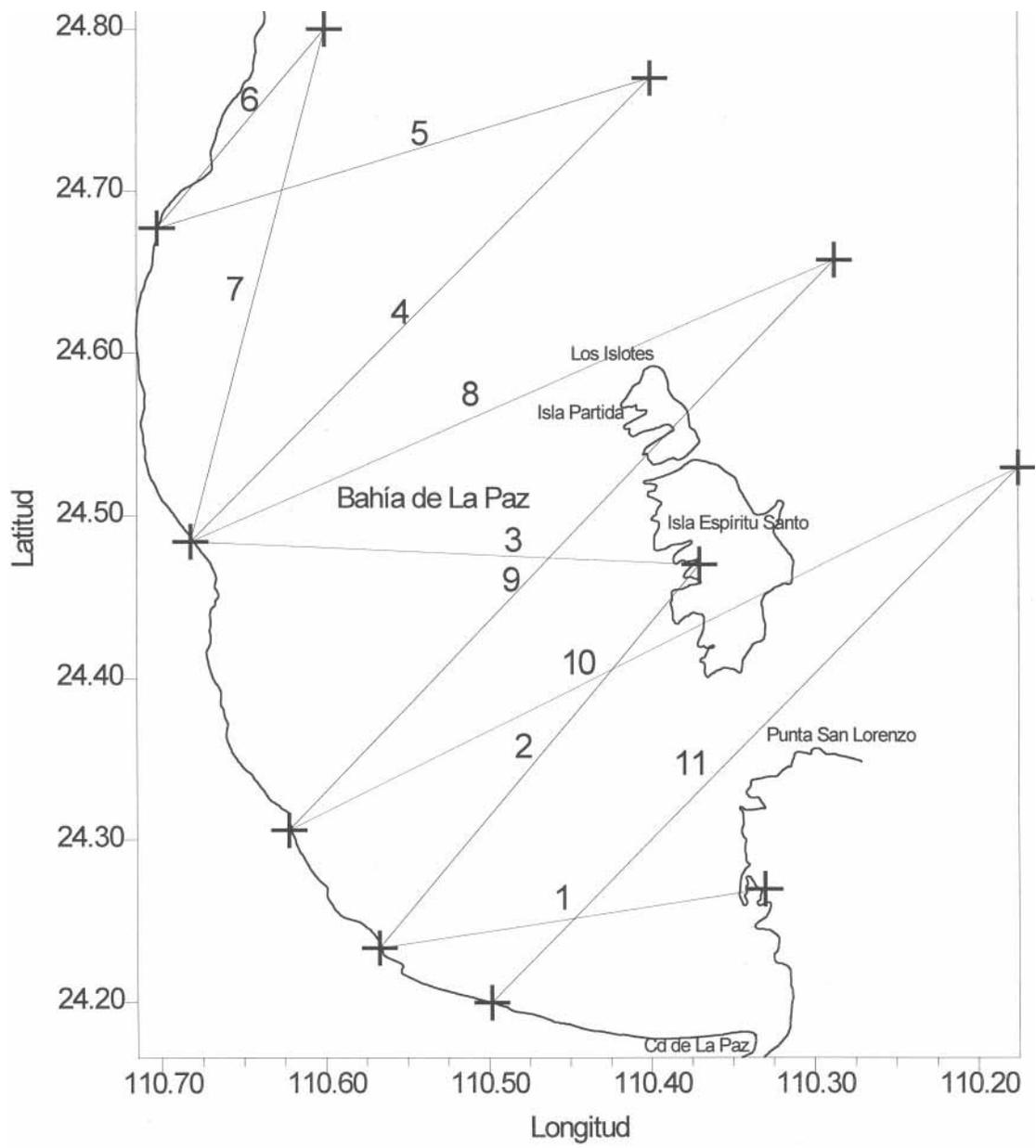


Fig. 1. Plan de vuelo para la Bahía de La Paz. Los numeros sobre las líneas indican el transecto.

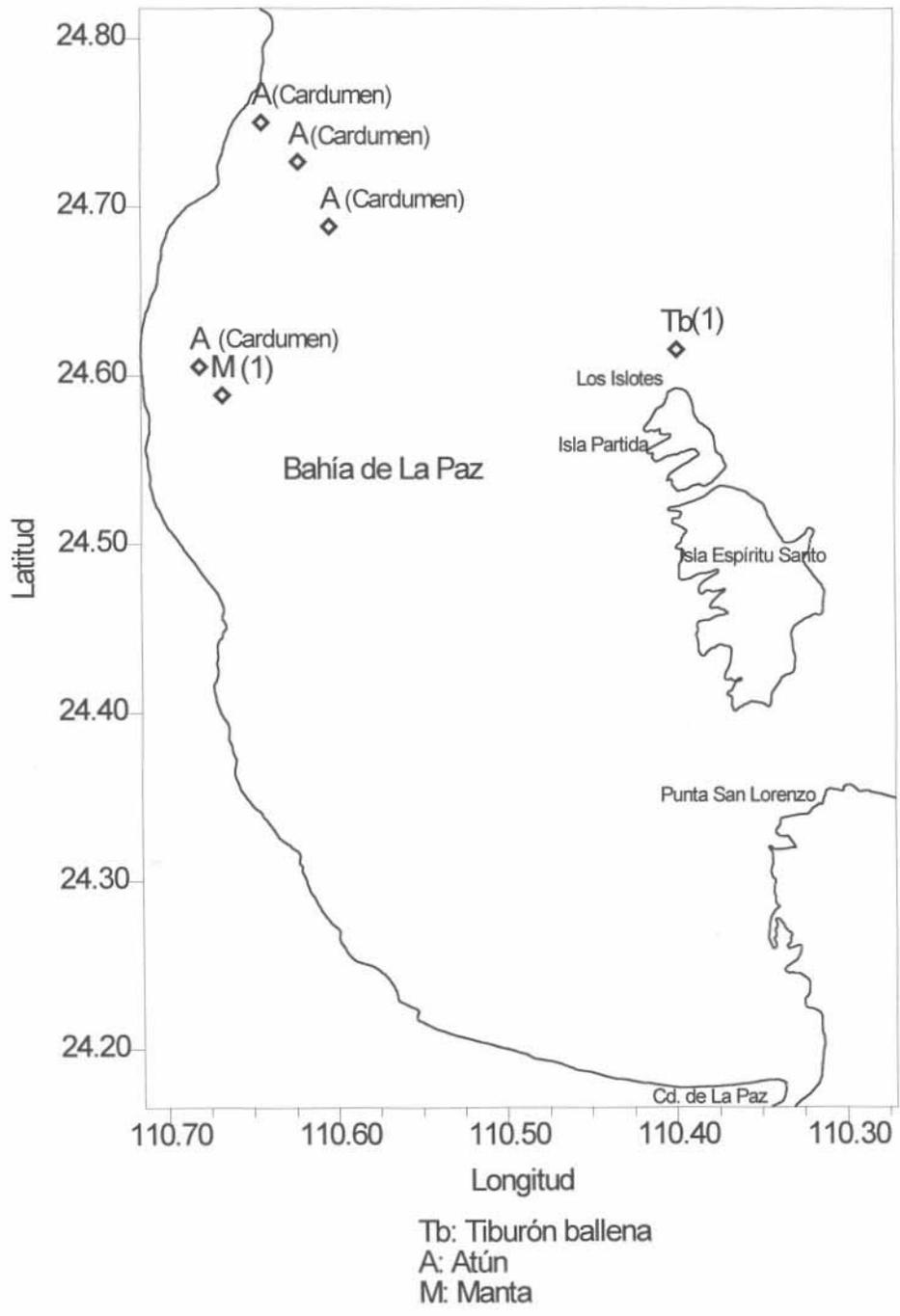


Fig. 12. Avistajes de peces durante el vuelo V1-071096 y V2-

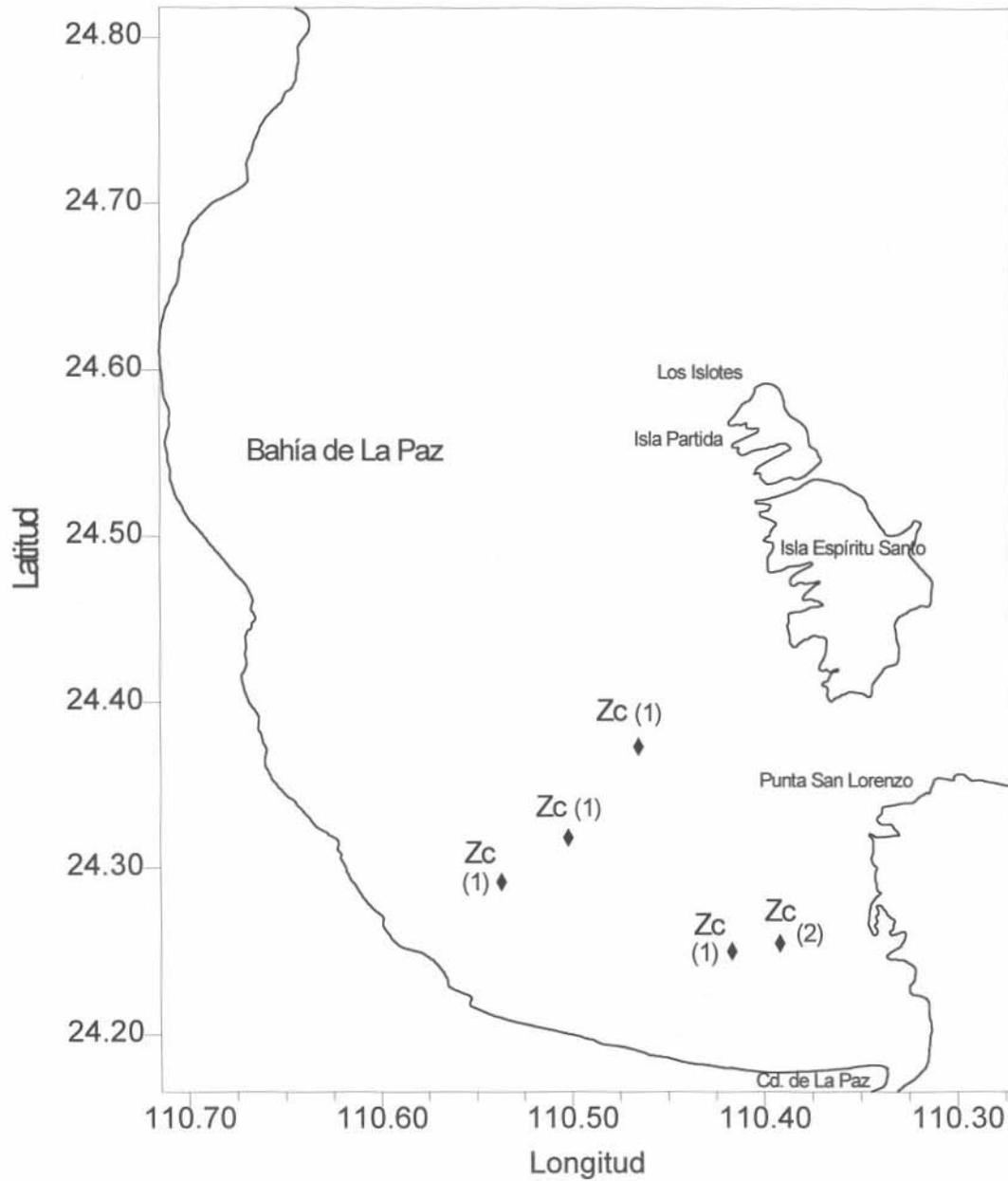


Fig. 2. Avistajes de Lobo Marino de California (*Zalophus californianus*) durante el vuelo V1-270596. Número de individuos entre paréntesis.

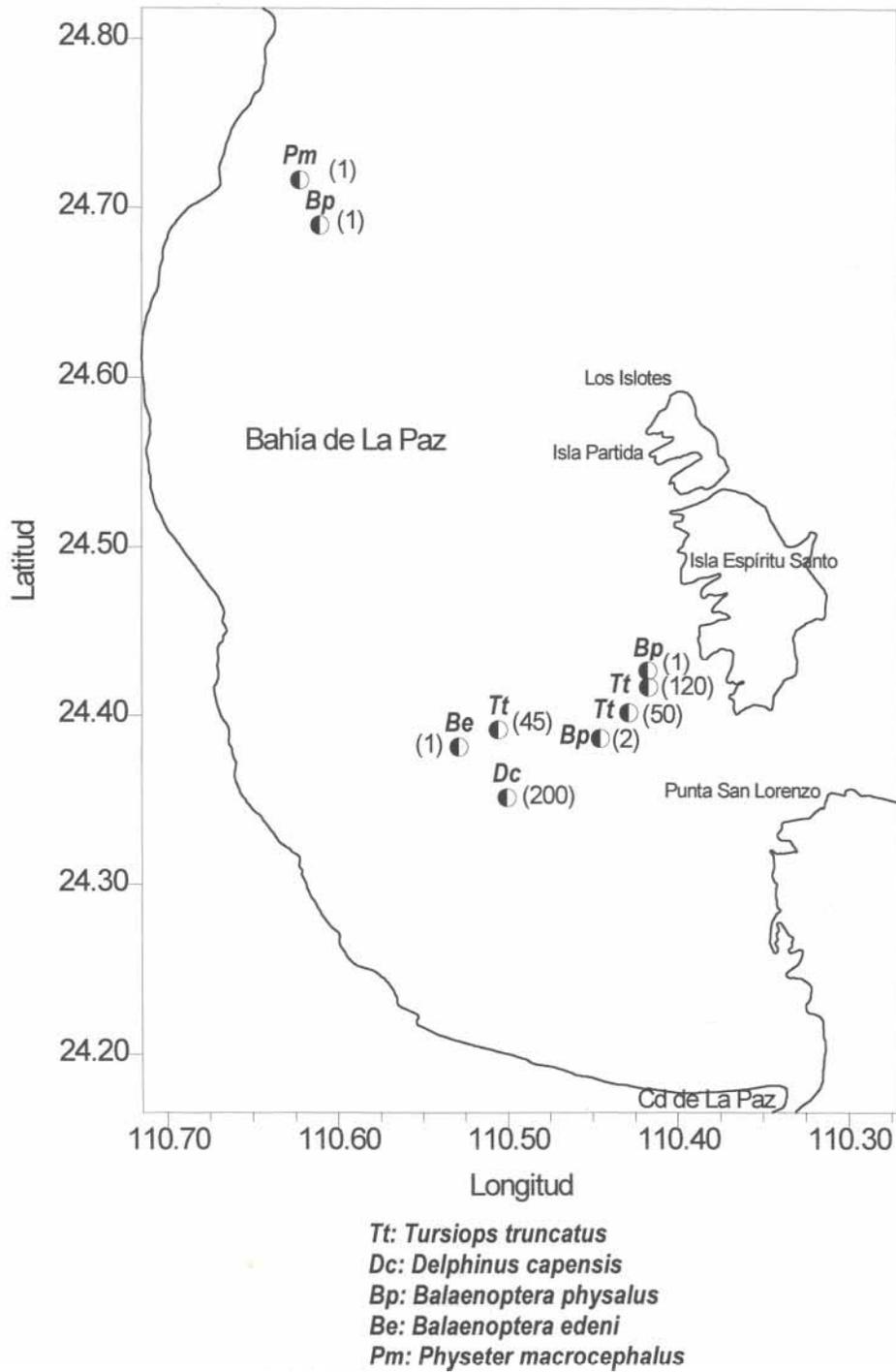


Fig. 3. Avistajes de Mamíferos Marinos durante el vuelo V1-270596 Número de individuos entre paréntesis

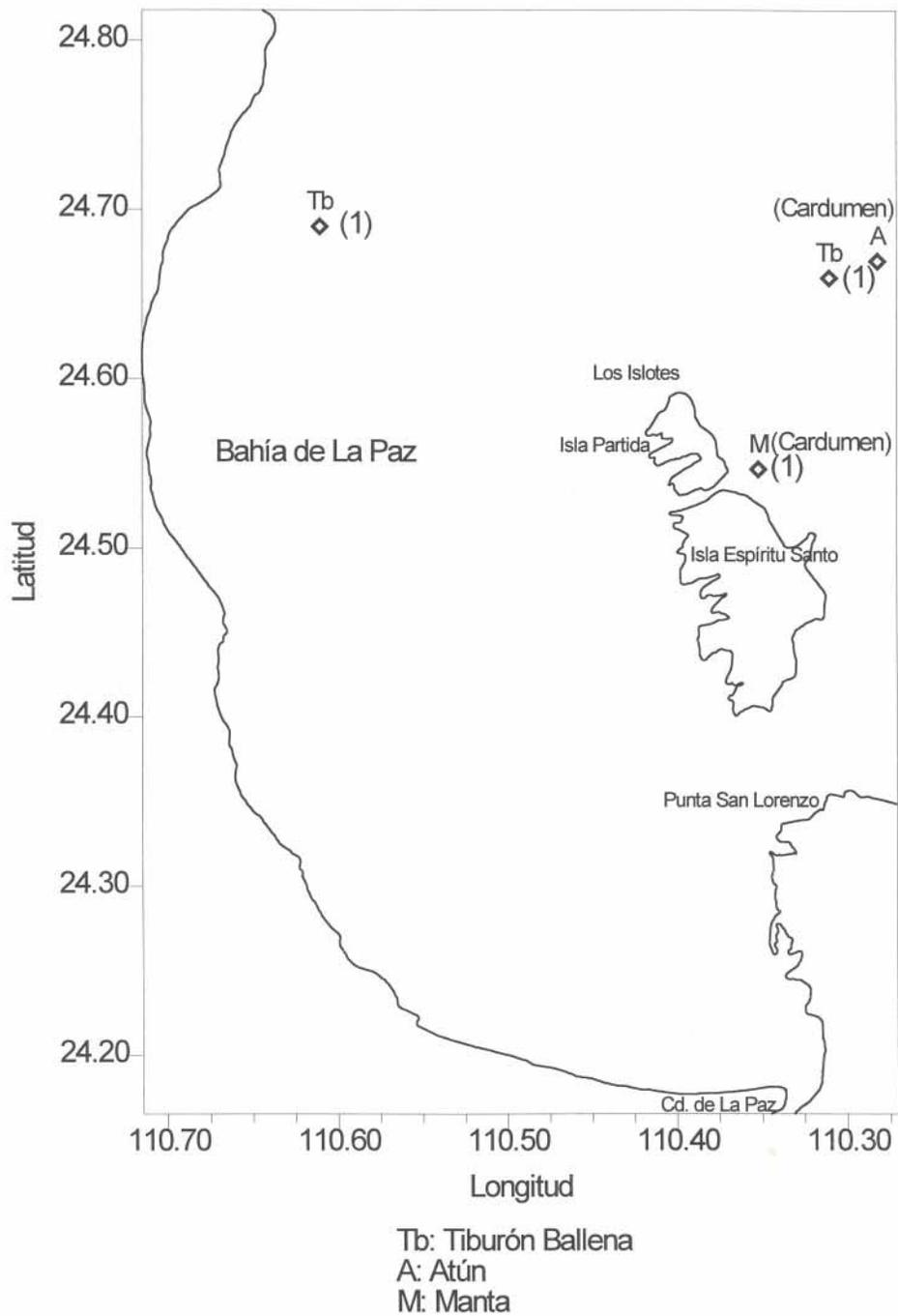


Fig. 4. Avistajes de peces durante el vuelo VI-270596.

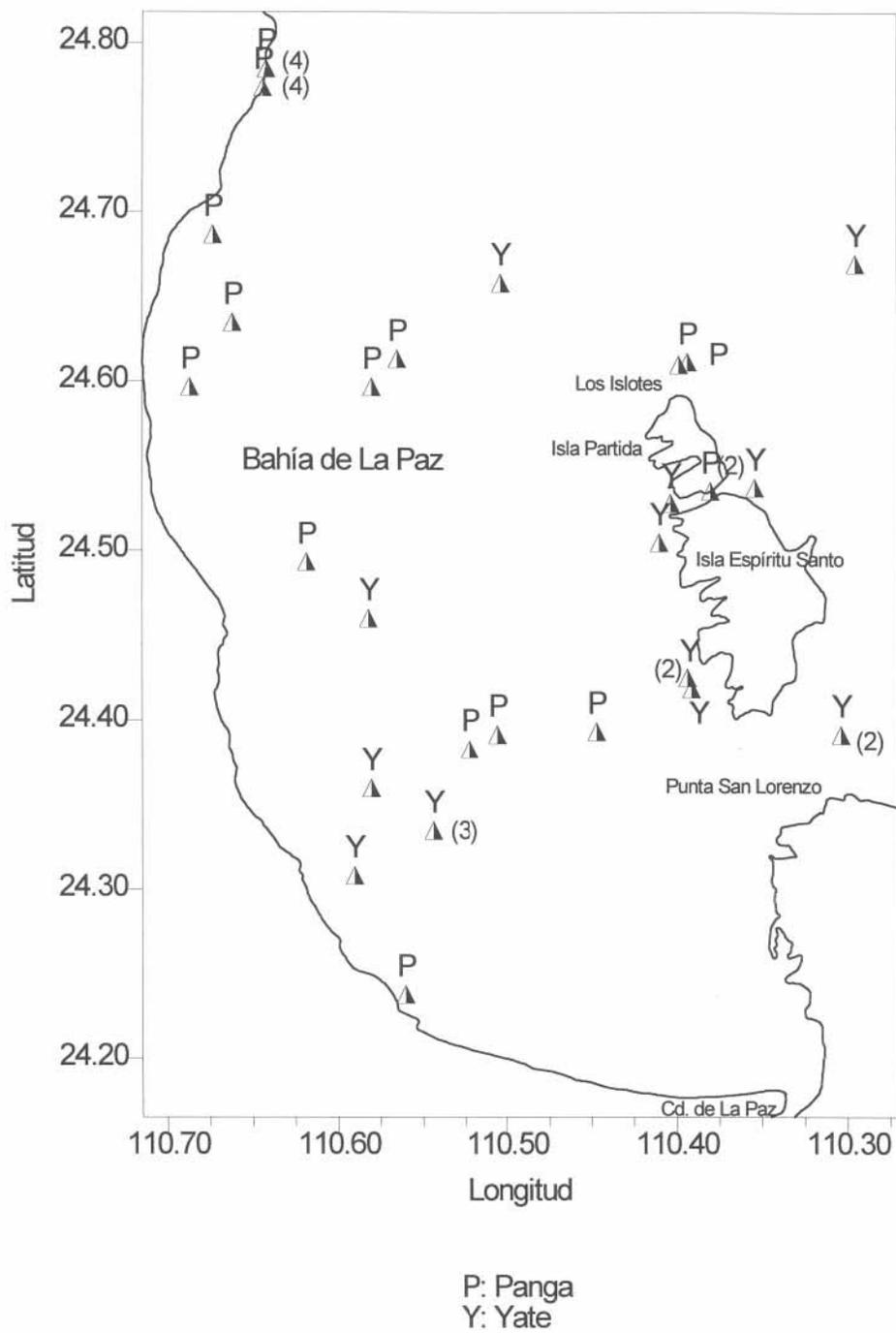


Fig.5. Embarcaciones registradas durante el vuelo V1-279596. Sin paréntesis indican una sola embarcación.

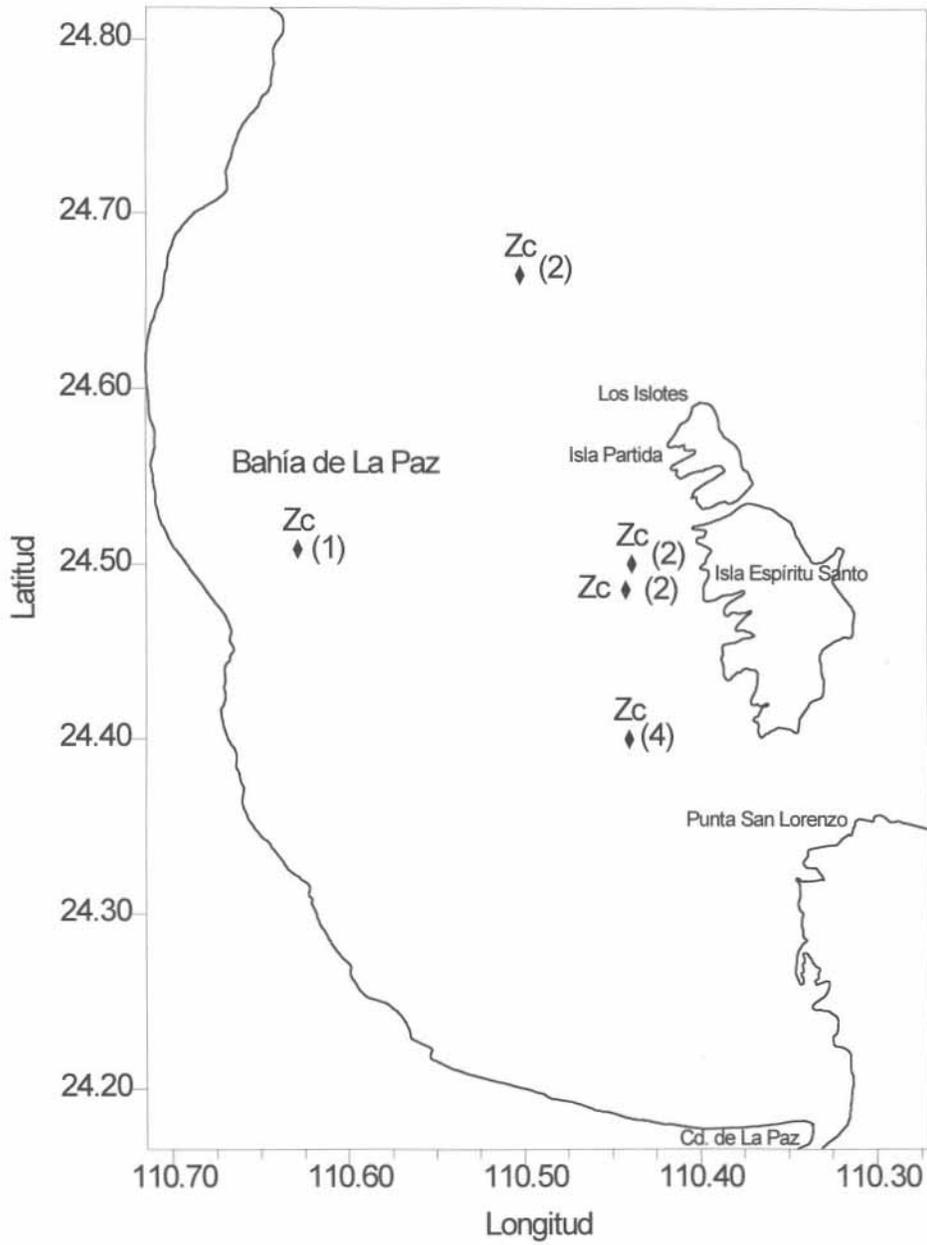
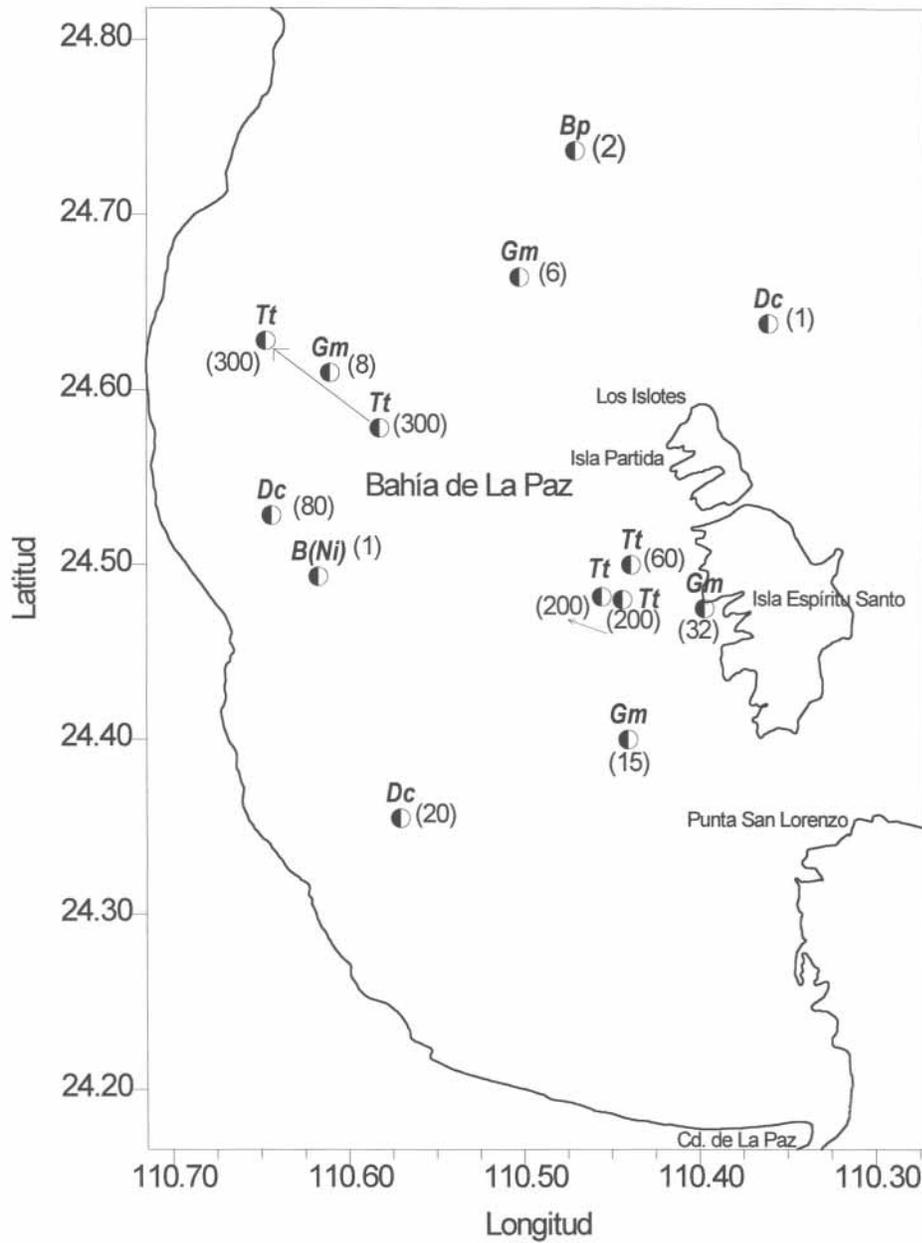
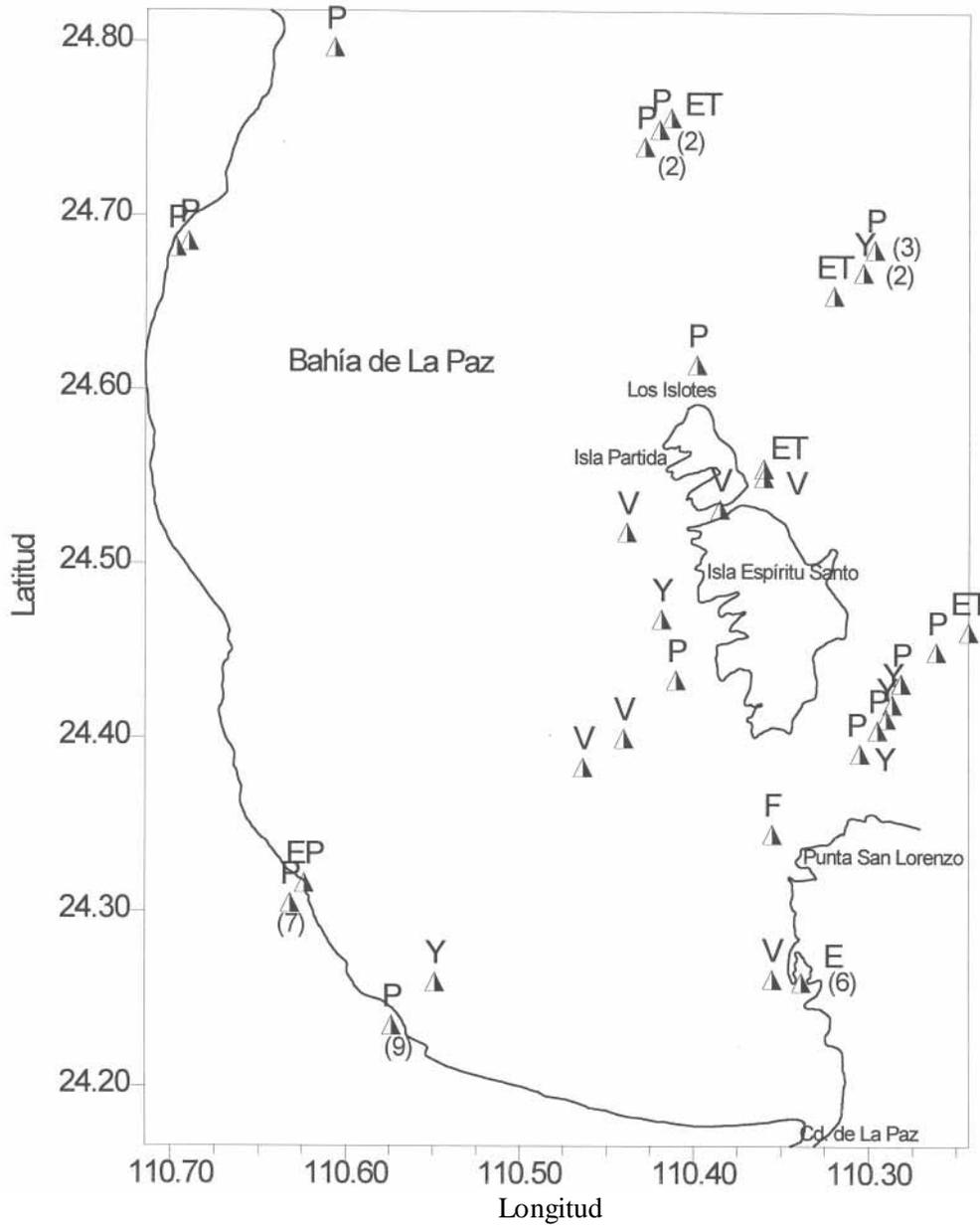


Fig. 6. Avistajes del Lobo Marino de California (*Zalophus californianus*) durante el vuelo V1-071096. Número de individuos entre paréntesis.



Tt: *Tursiops truncatus*
Dc: *Delphinus capensis*
Bp: *Balaenoptera physalus*
Gm: *Globicephala macrorhynchus*
B(Ni): Ballena no identificada

Fig. 7. Avistajes de Mamíferos Marinos durante el vuelo V1-071096. Número de individuos entre paréntesis.



F: Ferry	ET: Embarcación turística
P: Panga	E: Embarcaciones pequeñas
Y: Yate	EP: Embarcación de PEMEX
V: Velero	

Fig. 8. Embarcaciones registradas durante el vuelo V1-071096. Sin paréntesis indican una sola embarcación.

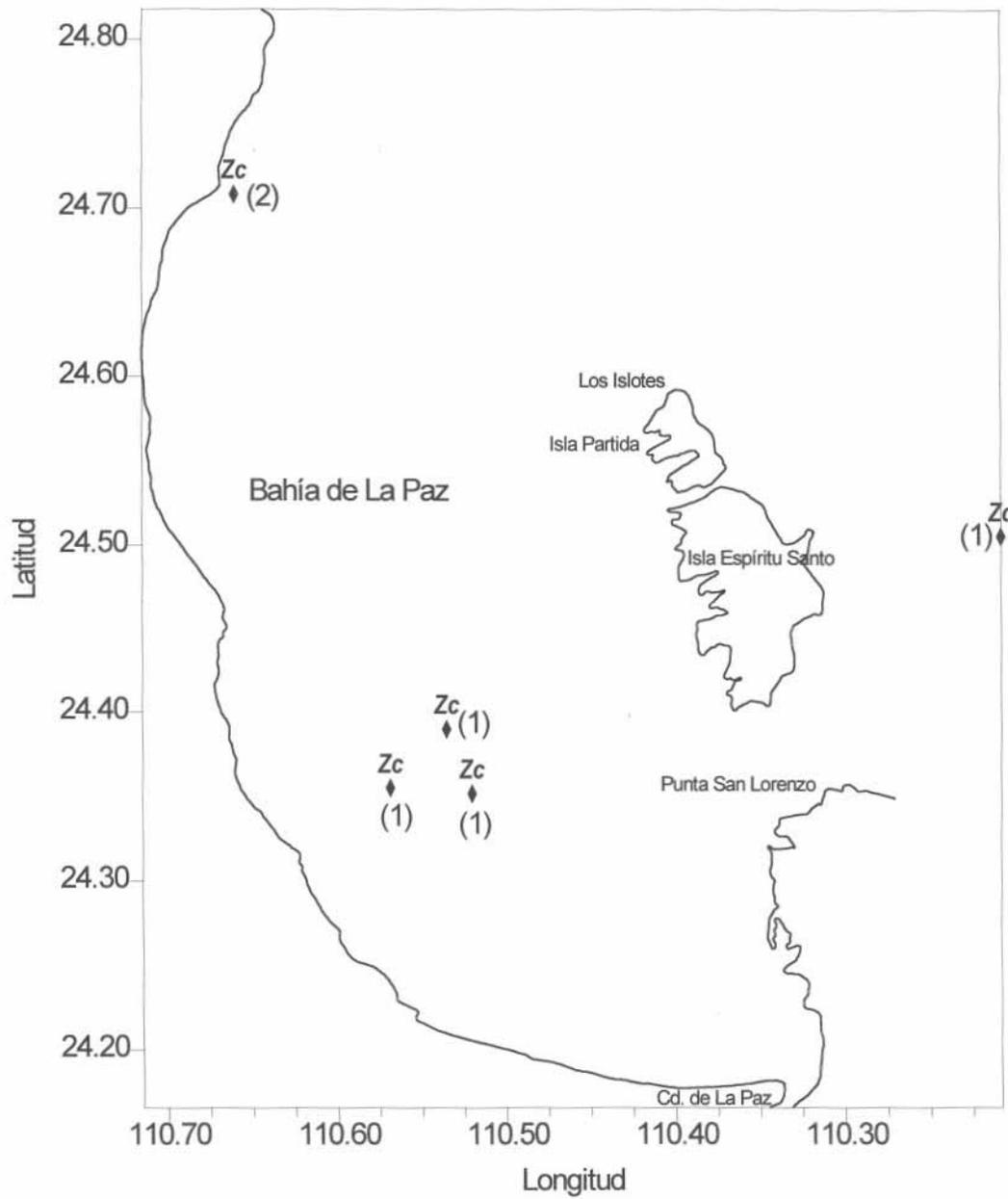
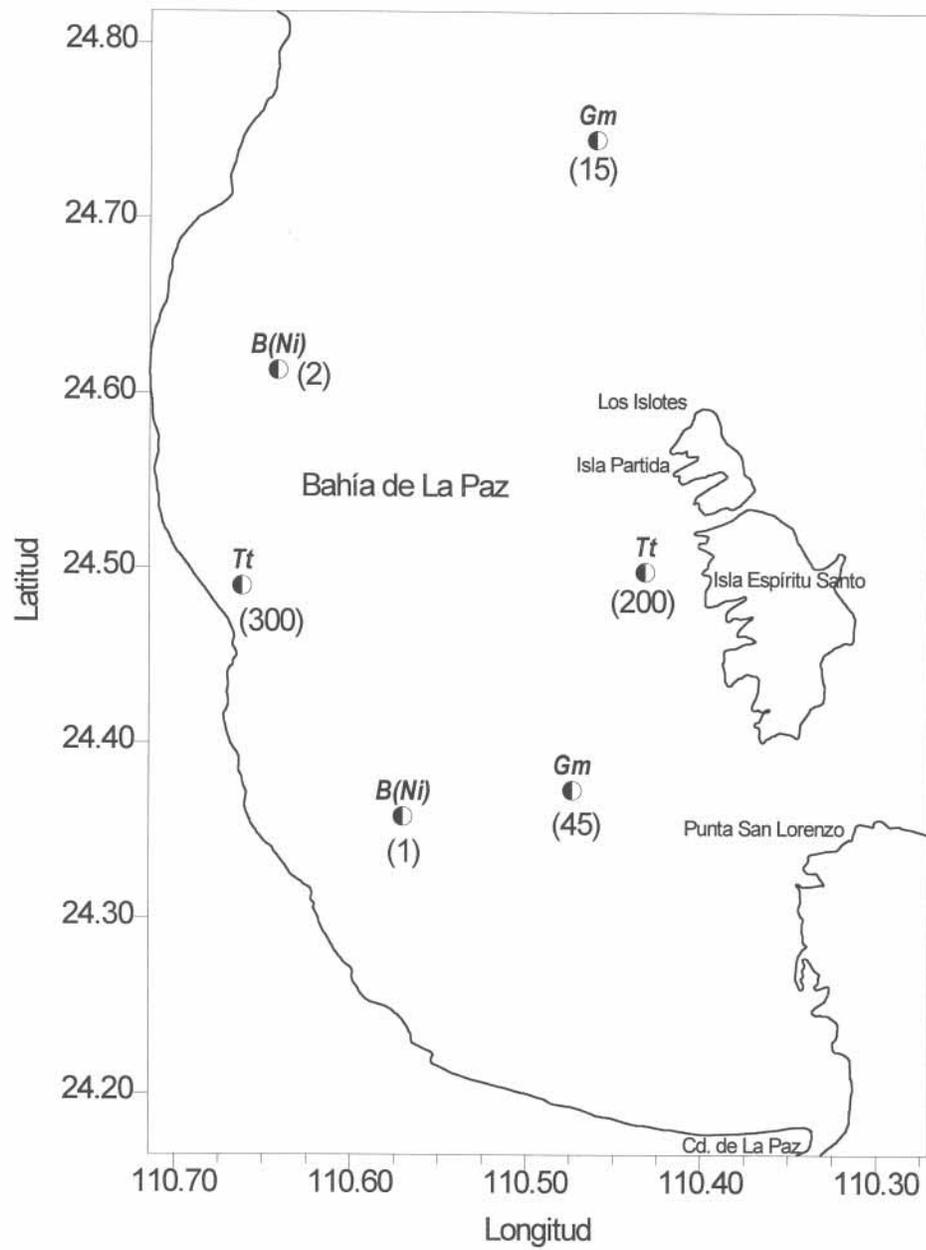


Fig. 9. Avistajes de Lobo Marino de California (*Zalophus californianus*) durante el vuelo V2-071096. Número de individuos entre paréntesis.



Tt: *Tursiops truncatus*
Gm: *Globicephala macrorhynchus*
B(Ni): *Ballena no identificada*

Fig. 10. Avistajes de Mamíferos Marinos durante el vuelo W-071096. Número de individuos entre paréntesis.

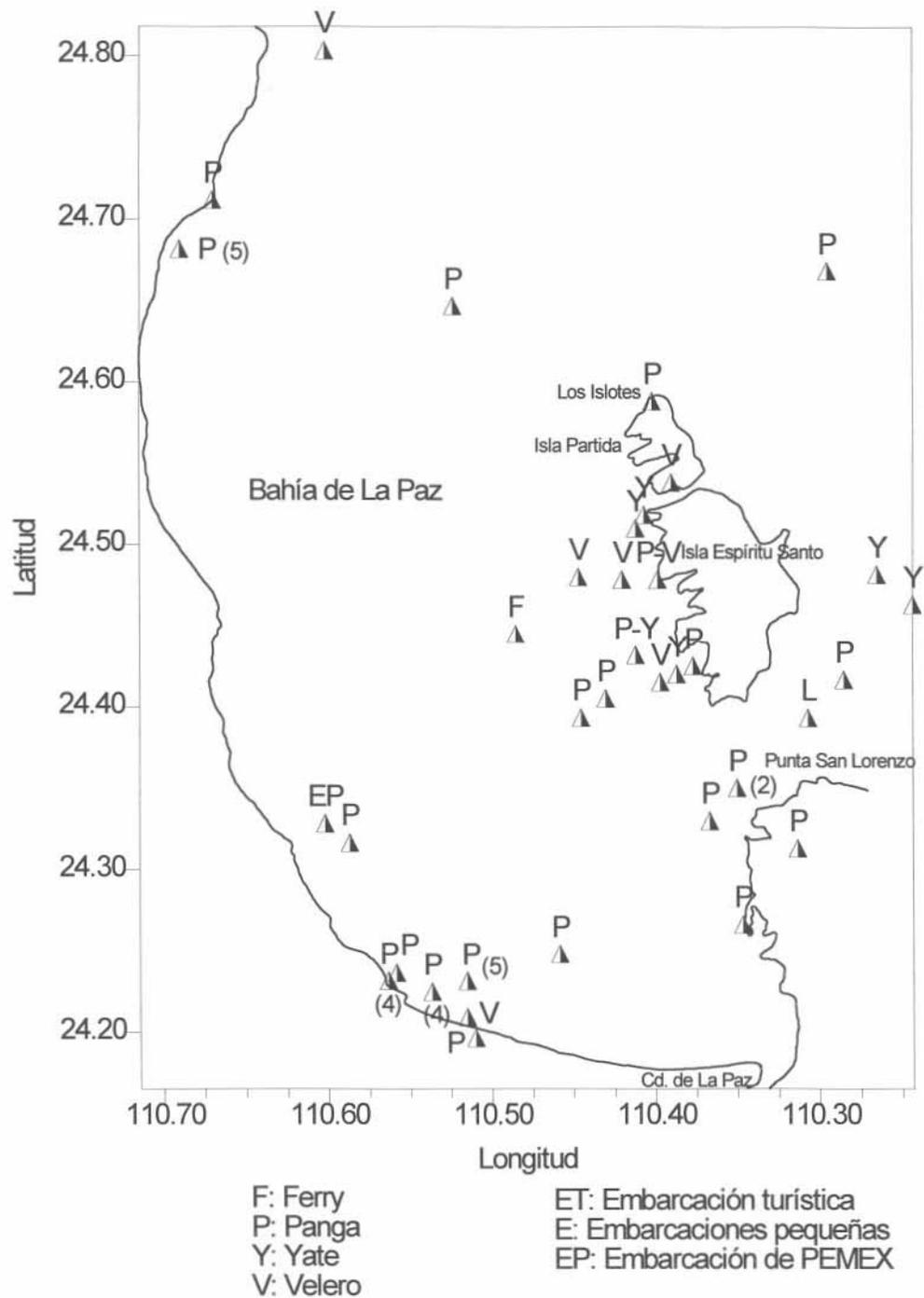


Fig. 11. Embarcaciones registradas durante el vuelo V2-071096. Sin paréntesis indican una sola embarcación.

El número de especies que se pescan con cada arte de pesca, se muestra en la Figura 14, donde el mayor número de especies se pesca con el chinchorro por razones obvias, ya que es un arte de pesca poco selectivo, y donde tienden a enmallarse también animales que no tienen interés comercial.

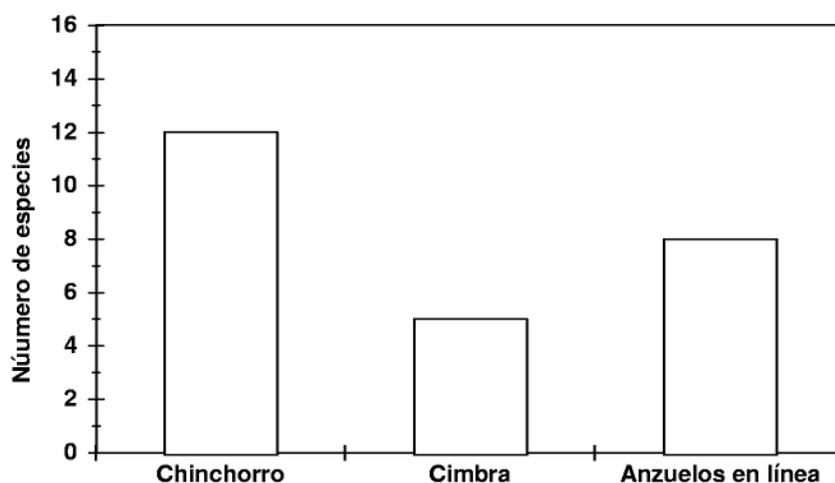


Fig. 14. Número de especies de peces de interés comercial que se capturan por arte de pesca en la Bahía de La Paz.

La lista total de especies de interés comercial que reportaron los pescadores, se presenta en la Tabla 5. La organización de la lista se basa en los nombres comunes, y a ella se agragaron los nombres científicos de las especies que pudieran caer en esas denominaciones. El orden de los nombres científicos, sigue de manera general, la frecuencia con que cada especie es pescada en la Bahía de La Paz. Su importancia se estimó de acuerdo a la frecuencia que los pescadores mencionaron en las entrevistas. Esta importancia se refleja en la Figura 15, donde resaltan el tiburón (cornuda), el pargo y el guachinango, estos dos últimos pudiendo incluir a las mismas especies (Tabla 5).

Tabla 5. Lista de especies de interés comercial registradas en las entrevistas a pescadores.

Nombre común	Familia	Probables Nombres científicos
PECES		
Guachinango	Lutjanidae	<i>Lutjanus peru</i>
Pargo	Lutjanidae	<i>Lutjanus argentiventris</i> , <i>Hoplopagrus guentheri</i> , <i>Lutjanus guttatus</i> , <i>Lutjanus novemfasciatus</i> , <i>Lutjanus aratus</i> , <i>Lutjanus viridis</i> , <i>Lutjanus colorado</i>
Cochito	Balistidae	<i>Balistes polylepis</i>
Lengua	Cynoglossidae	<i>Symphurus atramentatus</i>
Peje fuerte	Carangidae	<i>Seriola rivoliana</i>
Jurel		<i>Seriola lalandi</i> , <i>Caranx hippos</i> , <i>C. vinctus</i>
Cabrilla	Serranidae	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i> , <i>Epinephelus analogus</i> , <i>Mycteroperca rosacea</i> , <i>Epinephelus labriiformis</i>
Chopa	Kyphosidae	<i>Kyphosus analogus</i> , <i>Kyphosus elgans</i>
Cardenal	Serranidae	<i>Paranthias colonus</i>
Estacuda	Serranidae	<i>Mycteroperca jordani</i>
Mojarra	Gerreidae	<i>Diapterus peruvianus</i> , <i>Eucinostomus gracilis</i> , <i>E. dowii</i> , <i>E. entomelas</i> , <i>E. Currani</i> , <i>Eugerres axillaris</i> , <i>Gerres cinereus</i>
Pierna	Malacanthidae	<i>Caulolatilus affinis</i> , <i>C. princeps</i>
Périco	Scaridae	<i>Scarus compressus</i> , <i>S. ghobban</i> , <i>S. perrico</i> , <i>S. rubroviolaceus</i>
Macarela	Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>
Bacoco	Haemulidae	<i>Haemulon sexfasciatum</i>
Sierra	Scombridae	<i>Scomberomorus sierra</i> , <i>S. concolor</i>
Barrilete	Scombridae	<i>Katsuwonus pelamis</i> , <i>Euthynnus lineatus</i>
Atún	Scombridae	<i>Thunnus albacares</i>
ELASMOBRANQUIOS		
Cornuda	Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i> , <i>S. mokarran</i> , <i>S. tiburo</i> , <i>S. zygaena</i>
Angelito	Squatinae	<i>Squatina californica</i>
Raya	Dasyatidae	<i>Dasyatis brevis</i>
Mantarraya	Mobulidae	<i>Manta birostris</i> , <i>Mobula thurstoni</i> , <i>M. munkiana</i>
MOLUSCOS		
Coleman		

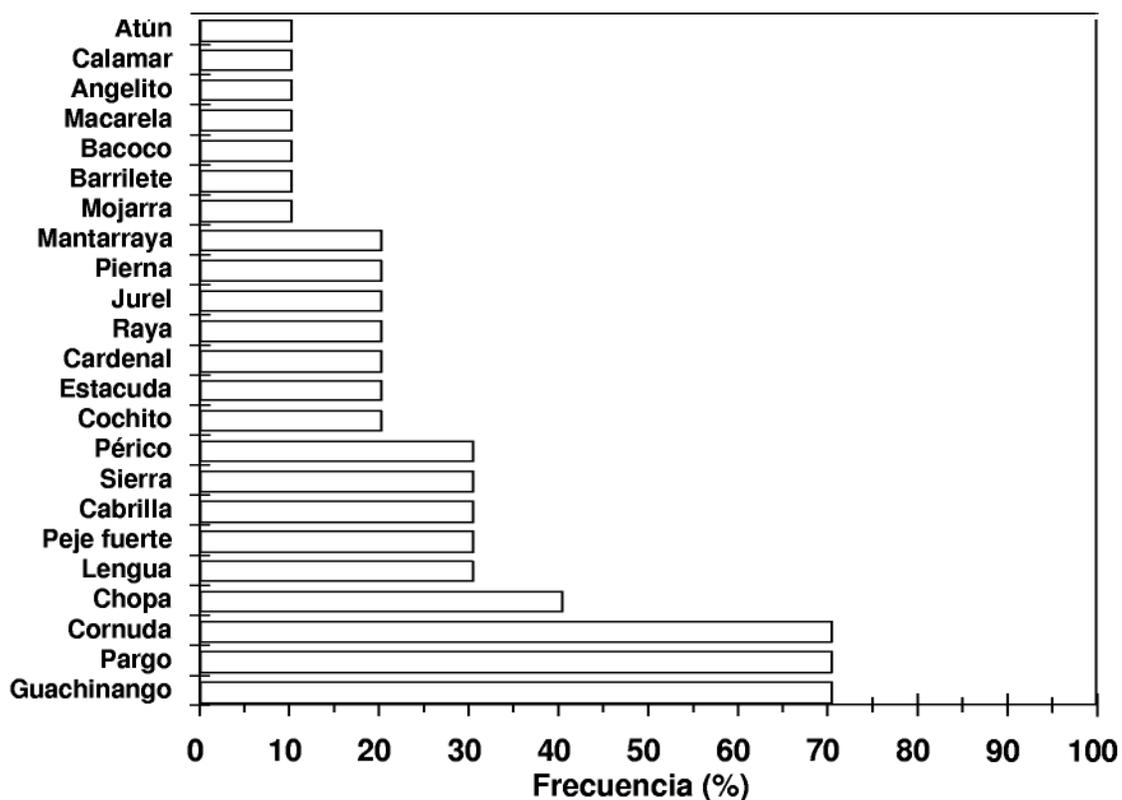


Fig. 15. Frecuencia de captura por especies en las pesquerías artesanales de la Bahía de La Paz según 10 entrevistas.

De las especies anteriores los pescadores entrevistados, informaron de aquellas que los lobos marinos prefieren comer de las artes de pesca (Fig. 16). Las más frecuentes fueron la pierna (*Caulolatilus princeps*) y la Macarela (*Scomber japonicus*), mientras que la mayoría de los pescadores respondió que los lobos roban cualquier tipo de pescado.

Por lo que respecta a que tipo de lobo marino ataca más las artes de pesca, la respuesta se muestra en la Figura 17, donde la mayoría de los animales fueron identificados como lobos adultos (refiriéndose a machos) y hembras adultas. Un porcentaje menor correspondió a animales de todas las tallas y el más bajo a críos. En esta categoría, es más probable que los pescadores confundan a las crías con los juveniles (individuos de 1 a 3 años de edad), ya que las crías (menores a un año), se alejan poco de la lobera y dependen principalmente de sus madres, por lo que difícilmente se acercarían a las artes de pesca. Por otra parte es difícil para el no

especialista, distinguir entre juveniles de 1 y 2 años de las crías, que rápidamente alcanzan las tallas de los juveniles a los 8-10 meses de edad y son del mismo color (Auriolos, 1988). Otra fuente de confusión existe entre hembras adultas y juveniles, algunos de estos últimos son tan grandes que pueden confundirse con hembras, ya que son de talla y color similares, siendo la confusión mayor si los animales están mojados.

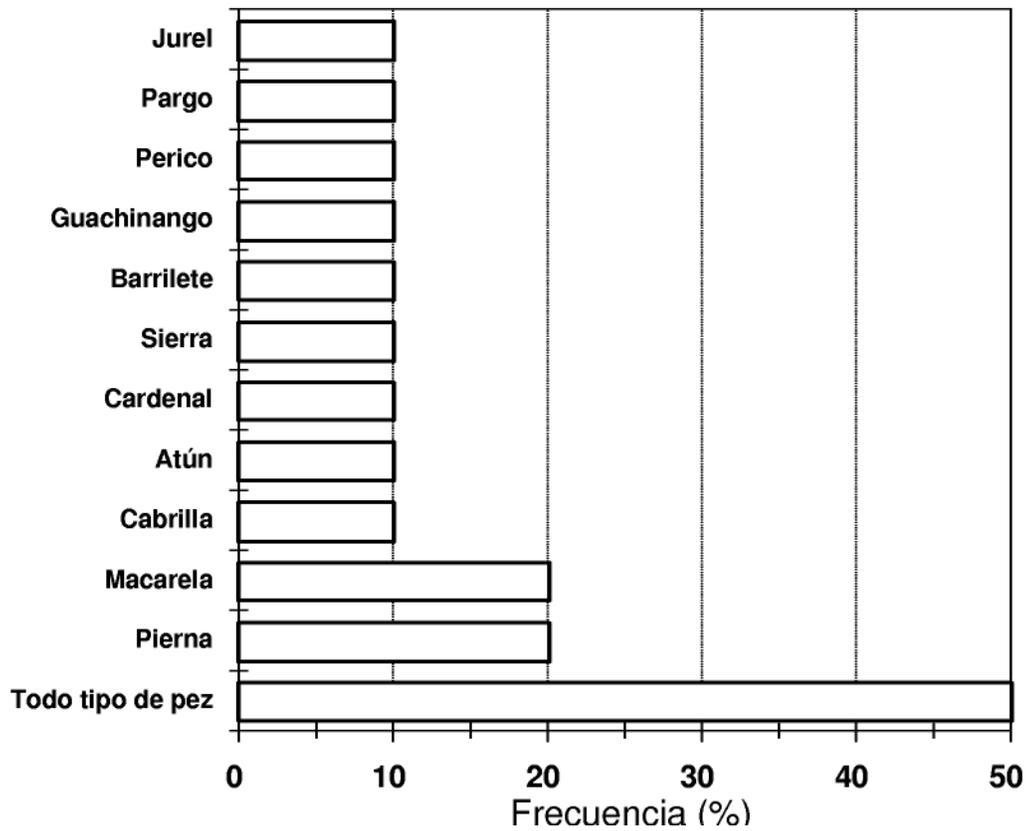


Fig. 16. Especies que los pescadores reportan como más codiciadas por el lobo marino en la Bahía de La Paz.

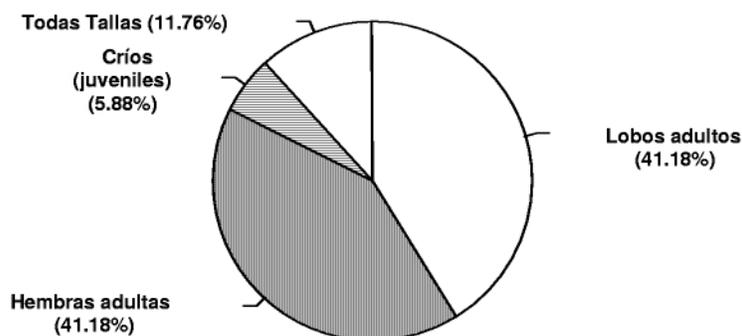


Fig. 17. Clase de lobo marino que provoca más daño al producto y artes de pesca según pescadores de Bahía de La Paz.

Consumo y extracción anual y mensual de recursos marinos de la población de lobo marino y las pesquerías artesanales en la Bahía de La Paz

El consumo mensual de alimento por categorías de sexo y edad de la población de lobo marino durante un año típico, se presenta en la Tabla 6. Esta información se muestra también en la Figura 18A, donde se aprecia que en general el consumo de la población es mayor en los meses de invierno y tiene su mínimo en los meses de verano o período reproductivo. La porción de la población que determina la mayor parte del consumo, es la categoría de los machos subadultos, que tienen su máximo entre noviembre y enero, y tiende a disminuir hacia el período reproductivo (ver Capítulo 1). La segunda clase en importancia que determina el consumo de alimento de la población, son las hembras adultas (Fig. 18A), que a diferencia de los machos subadultos y como era de esperarse, aumentan su consumo en el verano. En la Figura 18B se muestra con más claridad el incremento de consumo de las hembras divididas en aquellas que tienen crío y las que no lo tienen.

De las 2030 toneladas métricas de biomasa extraída anualmente por las pesquerías y la población de lobo marino (Figura 19), el consumo de la población de lobo marino equivalente al 23%. A su vez, la extracción pesquera podría dividirse en dos grandes fracciones para facilitar el análisis posterior; por una parte la correspondiente a los peces teleósteos, dentro de los cuáles se encuentran las especies que son presa del lobo marino, y por otra parte, la fracción de especies que no son presa del lobo marino, tales como almejas, caracoles, langostas y elasmobranquios (rayas y tiburones).

Tabla 6. Consumo mensual de biomasa por categorías de sexo y edad de la población de lobo marino de California de Los Islotes

MES	C	A	T	E	G	O	R	I	AS
	MACHOS	MACHOS	HEMBRAS	HEMBRAS	JUVENILES	CRIAS	TOTAL		
	ADULTOS	SUBADULTOS	NO CRÍAS	LACTANTES					
ENERO	1,944	44,460	4,284	4,284	3,690	0	58,806		
FEBRERO	1,458	28,080	3,672	5,412	861	0	39,483		
MARZO	972	22,620	5,508	5,166	1,230	0	35,496		
ABRIL	1,944	18,330	5,304	4,674	861	0	31,113		
MAYO	0	12,870	6,120	4,674	2,091	0	25,755		
JUNIO	0	10,530	4,692	7,626	2,706	0	25,554		
JULIO	0	2,730	6,732	7,872	2,460	0	19,794		
AGOSTO	1,458	4,290	2,040	12,792	1,599	0	22,179		
SEPTIEMBRE	1,944	8,970	1,020	9,840	3,321	0	25,095		
OCTUBRE	1,458	17,160	1,224	8,856	2,460	0	31,158		
NOVIEMBRE	1,944	49,920	3,264	9,348	3,198	0	67,674		
DICIEMBRE	2,430	67,080	9,180	7,872	3,321	0	89,883		

Nota: Valores en kilogramos

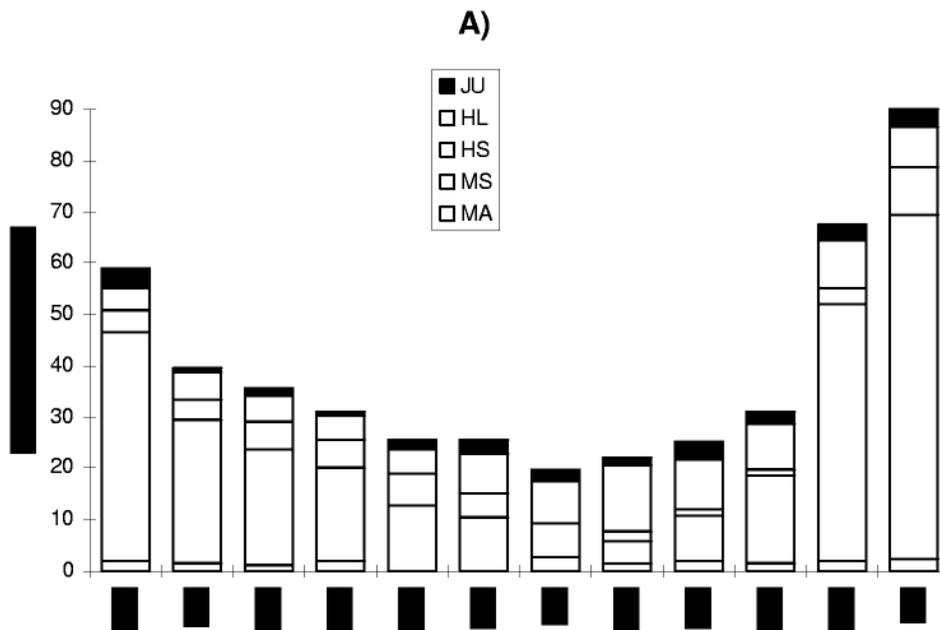


Fig. 18 A. Variación en el consumo del aumento mensual de la población de lobo marino: JU = Juveniles, HL = Hembras lactantes, HS = Hembra sin crío, MS = Machos subadultos y MA = Machos adultos.

B)

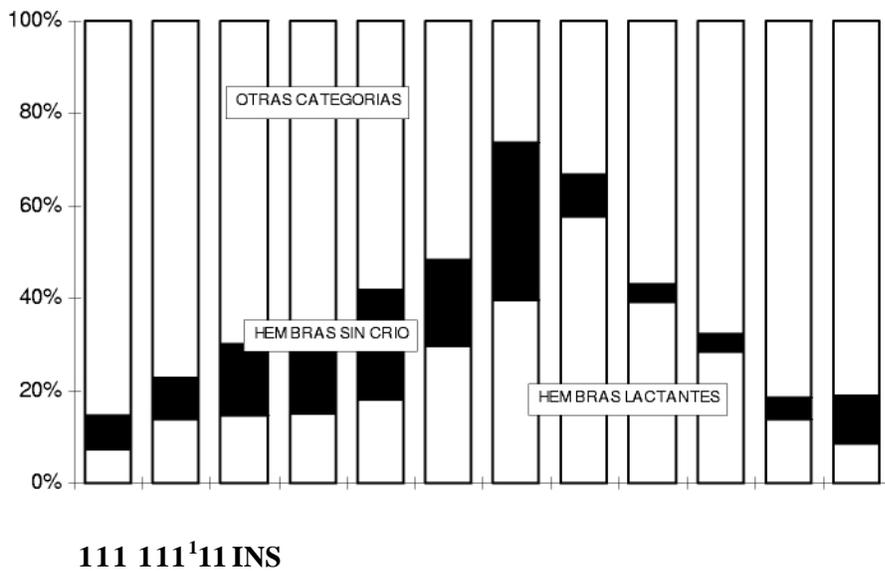


Fig. 18 B. Comparación porcentual del consumo de las hembras con relación al resto de la población a lo largo del año.

TOTAL = 2030 Ton/año

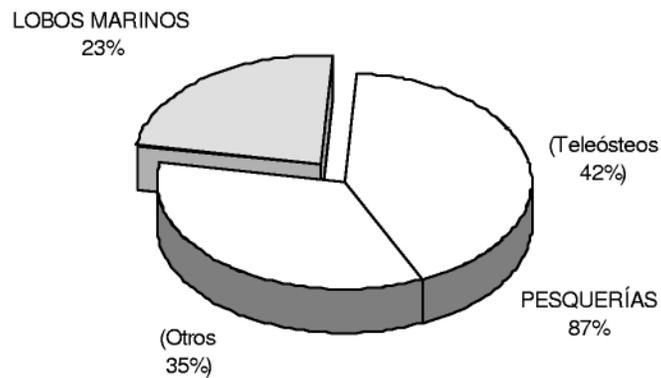


Fig. 19. Biomasa de recursos marinos extraídos por la pesquería y la población de lobo marino anualmente en Bahía de La Paz.

El consumo mensual de la población de lobo marino se comparó con la extracción correspondiente de la pesquería artesanal, pero considerando solamente la porción de los peces teleósteos en la Bahía de La Paz (Figura 20). Notese que en terminos generales, cuando aumenta la captura de la pesquería, disminuye el consumo de la población de lobo marino. Estas tendencias inversas se deben principalmente a los siguientes factores: 1) la fluctuación natural de la población de lobo marino, que incrementa su consumo en invierno debido a la inmigración de los machos subadultos (Aurioles *et al.*, 1983; Aurioles, 1988) y 2) a que la pesquería artesanal aumenta su esfuerzo de pesca en el verano, tanto por la abundancia de algunas especies (tiburón), como por las condiciones del mar, que empeoran en invierno y hacen disminuir el esfuerzo de pesca.

Es importante notar que los dos meses en que la captura y el esfuerzo de pesca alcanzan su máximo (junio y julio), y por consecuencia también aumenta el uso de las redes agalleras (chinchorros), ocurre cuando la población de lobo marino se encuentra en reproducción. Este aspecto se relacionará más adelante con el problema de enmallamientos.

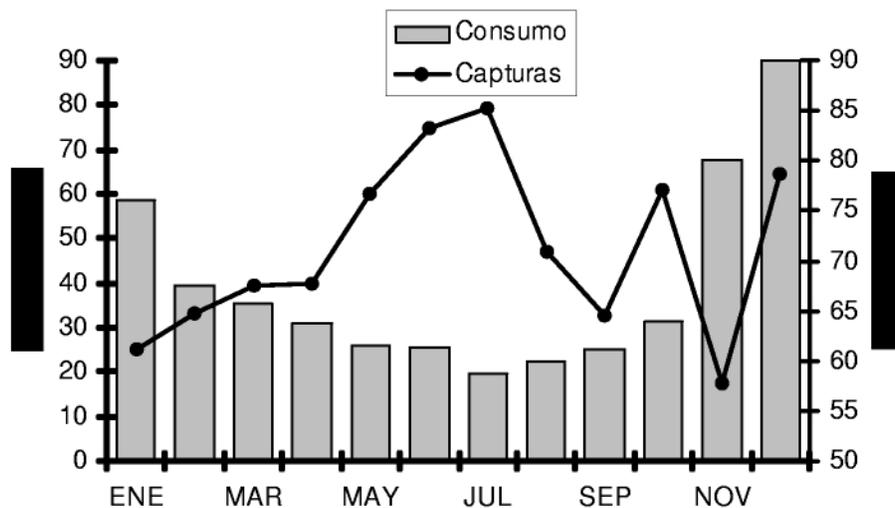


Fig. 20. Comparación del consumo mensual de alimento de la población de lobo marino y la extracción pesquera para un año típico en la Bahía de La Paz.

Composición de la dieta del lobo marino a través del año.

La composición de la alimentación del lobo marino de Los Islotes, basada en varios años de estudio, incluye alrededor de 100 especies de peces (Figura 21). De estas, 92 especies tienen de manera individual una importancia menor al 1%, pero sumadas todas alcanzan el 48%. Las especies más importantes en la alimentación del lobo marino en Bahía de La Paz fueron cinco, *Aulopus bajacali*, *Pronotogrammus eos*, *Pronotogrammus multifasciatus*, *Trichiurus nitens* y *Serranus aequidens*. Estas especies junto con una serie de especies no identificadas a nivel de especie, pero que pertenecen a la familia Serranidae (4.69%), suman el 37% de las presas del lobo marino.

Ninguna de las cinco especies arriba mencionadas tienen interés comercial, y es posible que la fracción Serranidae, incluya algunas especies comerciales pero también otras sin valor comercial. Alrededor del 14% de las especies que consume el lobo marino (Figura 21), no pudieron ser identificadas ni siquiera a nivel familia, debido a la erosión y/o fragmentación de los otolitos, sin embargo es muy probable que incluyan una alta proporción de las mismas especies que si fueron identificadas.

Porcentaje del Total de Biomasa consumida

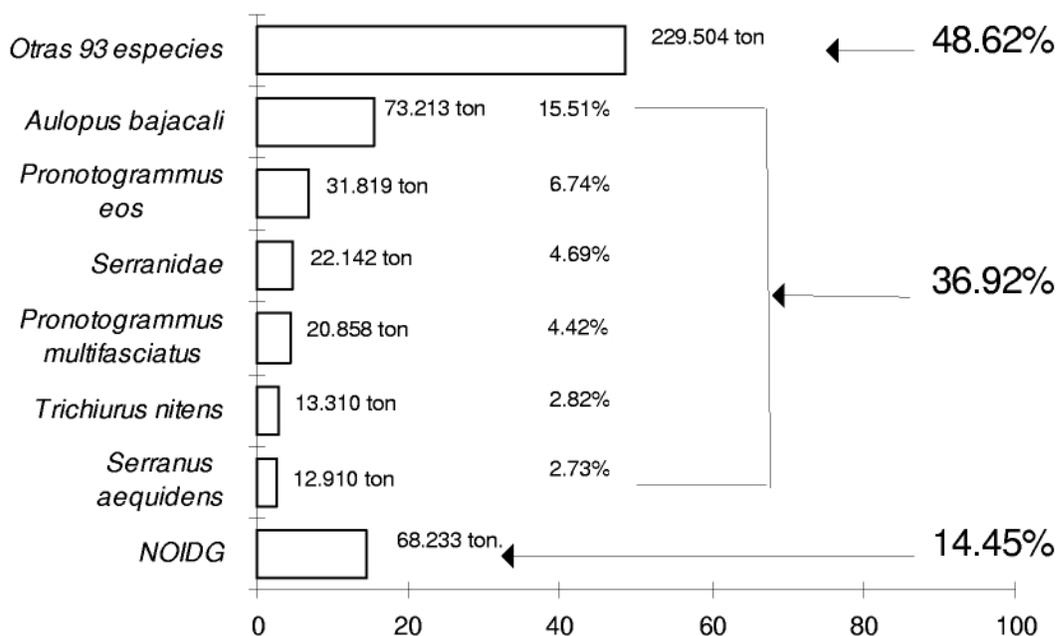


Fig. 21. Composición porcentual del aumento del lobo marino en Bahía de La Paz.

La variación de las principales presas del lobo marino a lo largo del año se presenta en la Figura 22 A y B. *Aulopus bajacali*, también conocido como pez serpiente, pertenece a la familia

Aulopidae y al orden Synodontiformes, que en general son especies de hábitos bentónicos que viven a profundidades entre 75 y 220 m (Castro-Aguirre et al, 1993) y que pueden realizar migraciones. La variación de esta especie en la alimentación mensual estimada a partir del consumo y la importancia relativa mensuales de cada especie, sugiere un patrón similar al que sigue el consumo de alimento de la población de lobo marino a lo largo del año (Fig. 20), la cuál, como se mencionó anteriormente, depende en gran parte de la presencia de los machos subadultos. En el Capítulo II, se menciona que la profundidad promedio de buceo en hembras de *Zalophus* es alrededor de 50 m, aunque pueden bucear hasta 250 m de profundidad. La capacidad promedio y la máxima profundidad de buceo de los machos subadultos, es probablemente mayor debido a su talla, y quizás sean los principales responsables de la depredación sobre *Aulopus* bajacali.

Las dos especies del género *Pronotogrammus* y la especie *Trichiurus nitens* (Figuras 22 A y B), son también especies de profundidades moderadas, pero que no presentaron una fluctuación clara a lo largo del año. La especie *Serranus aequidens* habita aguas de menor profundidad 40100, y tampoco presentó una fluctuación en su consumo a lo largo del año que sugiera algún patrón.

Composición específica de la pesquería artesanal.

En la Figura 23, se muestra la composición específica promedio de la captura de la pesquería artesanal en la Bahía de La Paz, que equivale a 1558 t. m. por año. La almeja es el recurso más importante en terminos de biomasa, seguida por el pargo (pargo y guachinango), cabrilla, tiburón y cazón, debiendo pertenecer estos ultimos dos a una misma categoría. Si así se considera, la pesca de tiburón sería la segunda en importancia de la lista. Este orden de importancia de especies por biomasa, sigue una tendencia similar a la representada en la Figura 15 (basada en las encuestas de los pescadores), la cuál debiera analizarse bajo las dos consideraciones siguientes: 1) la lista de las encuestas incluye basicamente peces, debido al diseño del cuestionario, y 2) muestra el interés del pescador sobre los recursos, lo cuál pude no reflejarse en las estadísticas de pesca, ya que algunas especies son más abundantes que otras, ó son más susceptibles a las artes de pesca.

A)

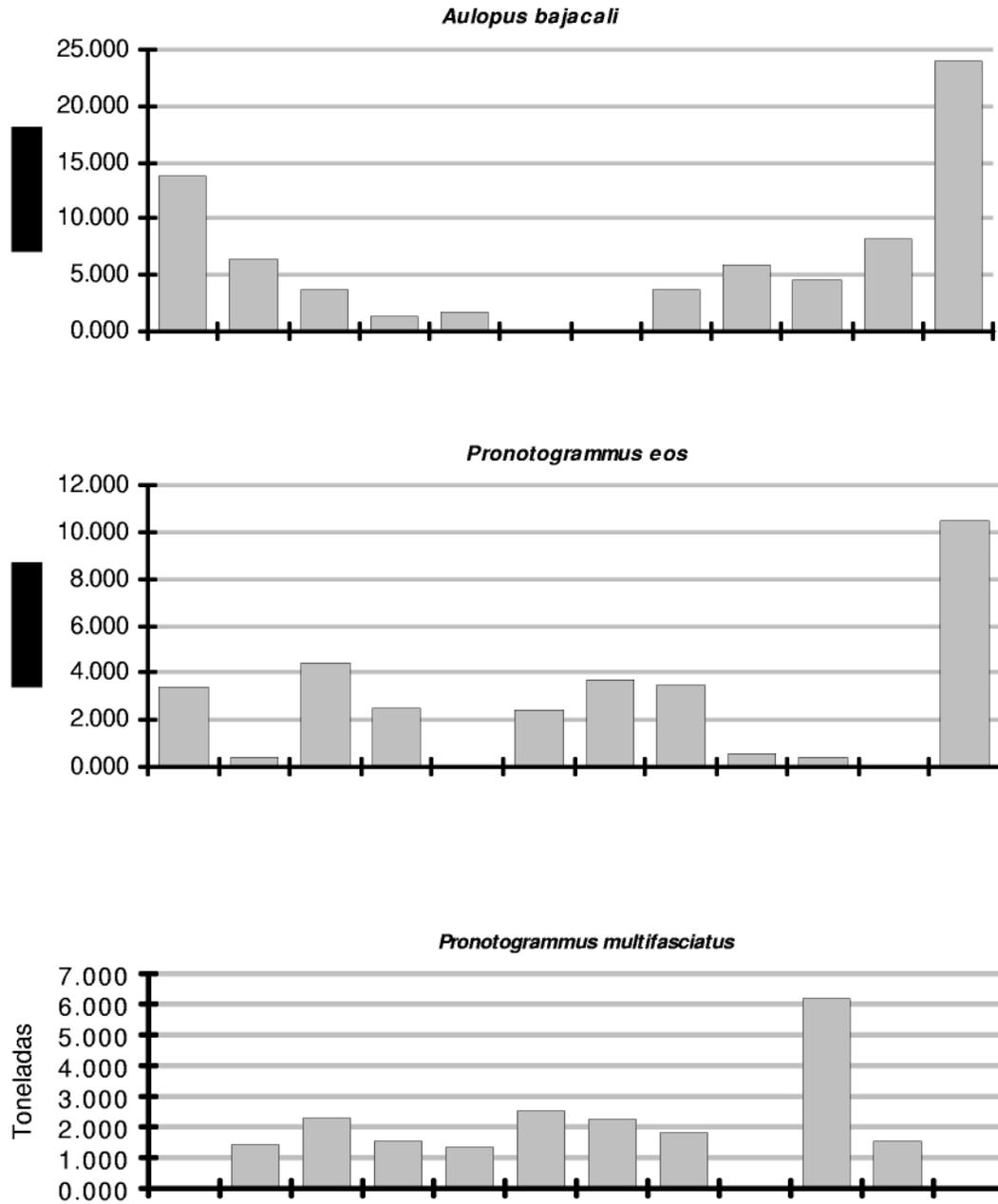


Fig. 22 A. Variación mensual en el consumo de las 5 especies más importantes de peces por parte de la población de lobo marino en Bahía de La Paz.

B)

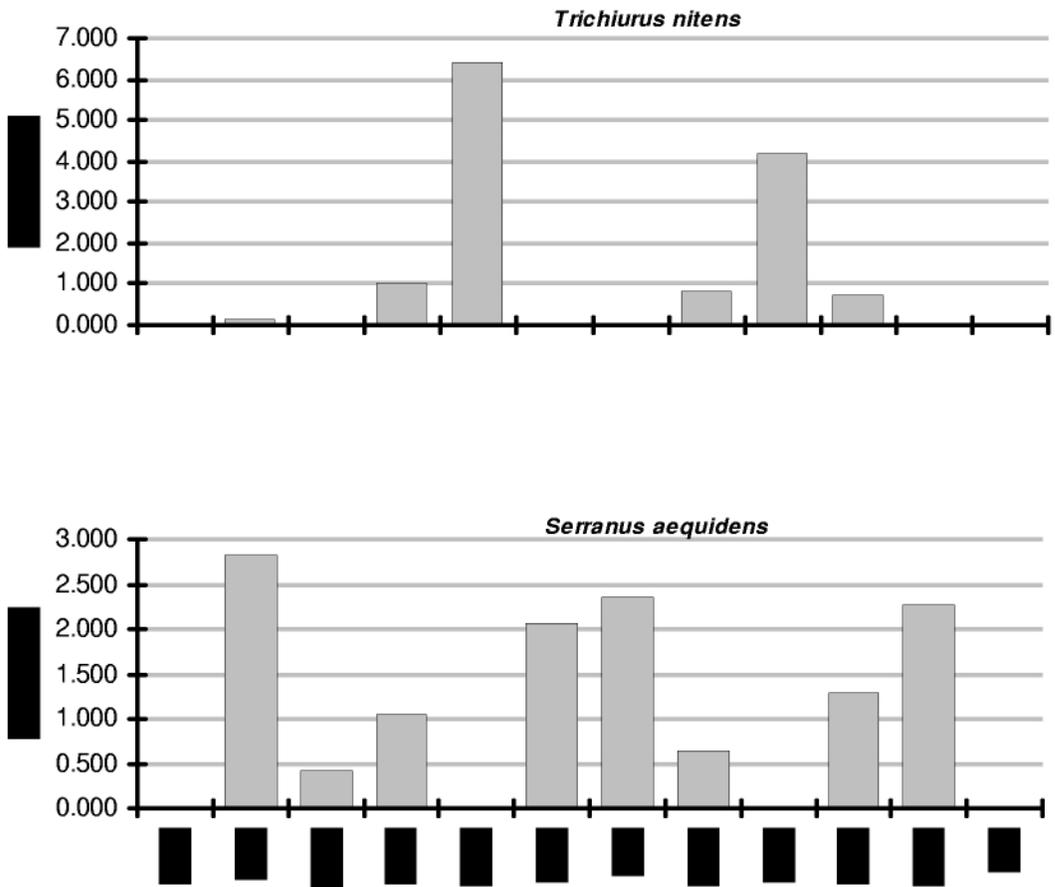


Fig. 22 B. Variación mensual en el consumo de las 5 especies más importantes de peces por parte de la población de lobo marino en Bahía de La Paz.

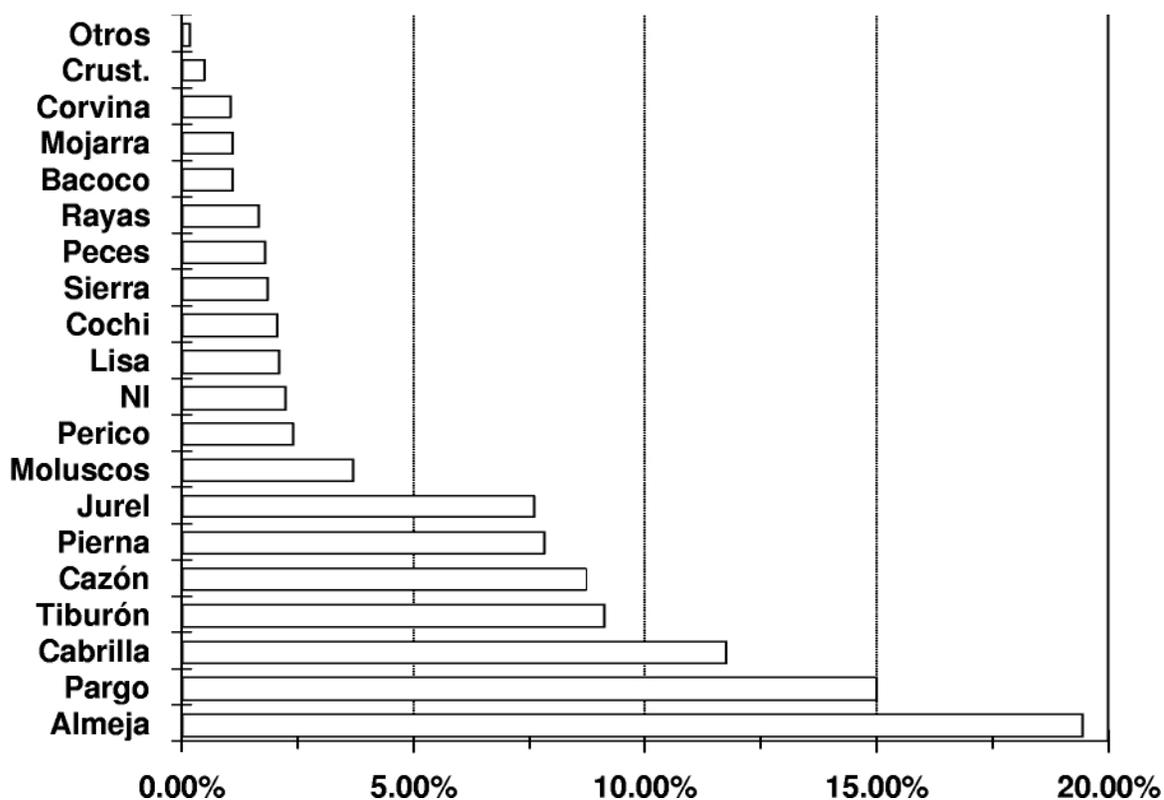


Fig. 23. Composición de la captura anual de especies comerciales en Bahía de La Paz.

De la lista anterior, las especies de importancia comercial que a su vez son presa del lobo marino fueron la cabrilla, la pierna, la mojarra y la corvina (ver sus equivalentes en nombres científicos en Tabla 5), de las cuales solo la cabrilla tuvo valor comercial denominado de “primera”. En la Figura 24, se muestran las biomásas globales extraídas de estas cuatro especies, es decir la sumatoria anual consumida por el lobo marino y capturada por la pesquería en la Bahía de La Paz. Para la cabrilla, la fracción consumida por el lobo marino fue muy baja, lo mismo que para la pierna. En el caso de la corvina y la mojarra las fracciones consumidas por el lobo marino fueron mayores (4.56 y 11.06%), sin embargo estas especies no son extraídas de manera significativa dentro de la Bahía (16.4 y 17.9 t. m. al año), por lo que en ninguno de los cuatro casos, parece existir una competencia relevante por estos recursos de interés comercial. Cuando se analizó el consumo anual de la población de lobo marino (472 t. m.), enfatizando la biomasa de los peces que tienen valor comercial (Figura, 25), quedó evidente la baja proporción de esta depredación

(0.7%), lo cual confirma la noción de que los lobos marinos de Los Islotes se alimentan principalmente de especies no comerciales.



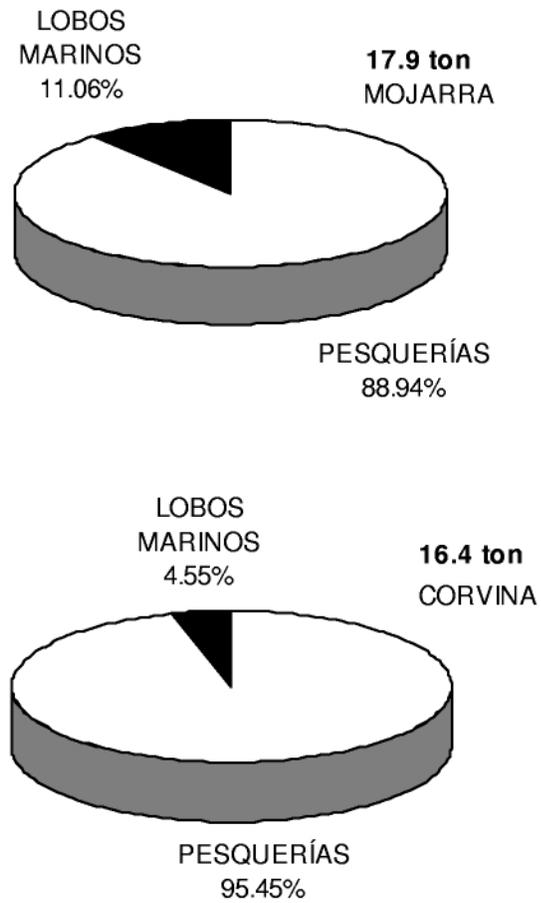


Fig. 24. Proporción de la biomasa consumida por lobos marinos y capturas por la pesquería artesanal de las 4 especies de importancia comercial que mayor volumen representan en la dieta del lobo marino en la Bahía de La Paz.

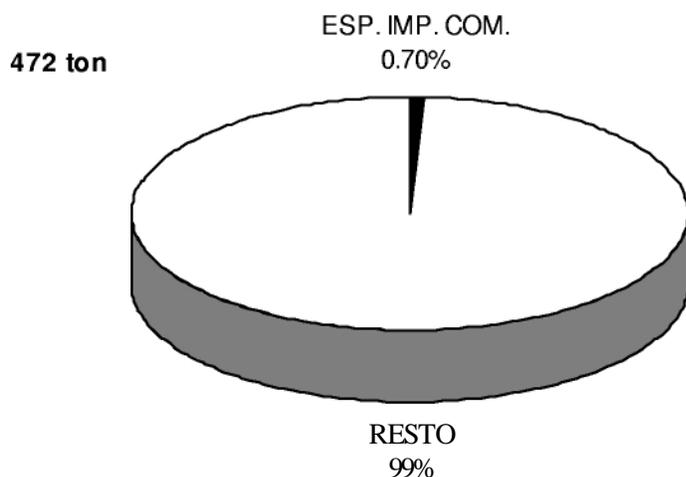


Fig. 25. Proporción de la biomasa consumida anualmente por la población de lobo marino en relación a especies de importancia y sin valor comercial en la Bahía de La Paz.

¿Porque los pescadores artesanales insisten en que el lobo marino causa daños a la pesquería?

La razón de ello es que los lobos marino llegan a alimentarse de las redes de los pescadores y ocasionalmente se enmallan y las rompen, esto se traduce en pérdidas económicas por reducción de capturas y reparación de equipos, además del costo adicional por gasto de combustible y tiempo perdido en las reparaciones. Estos costos no han sido evaluados para la Bahía de La Paz, por lo que resultaría especulativo comentar más sobre este punto. Sin embargo, es muy posible que una fracción de los daños a los chinchorros se deban a que los lobos se enmallen por accidente, ya que los lobos marinos frecuentemente de noche. Los chinchorros funcionan principalmente de noche, y están diseñados en grosor y color para evitar su detección.

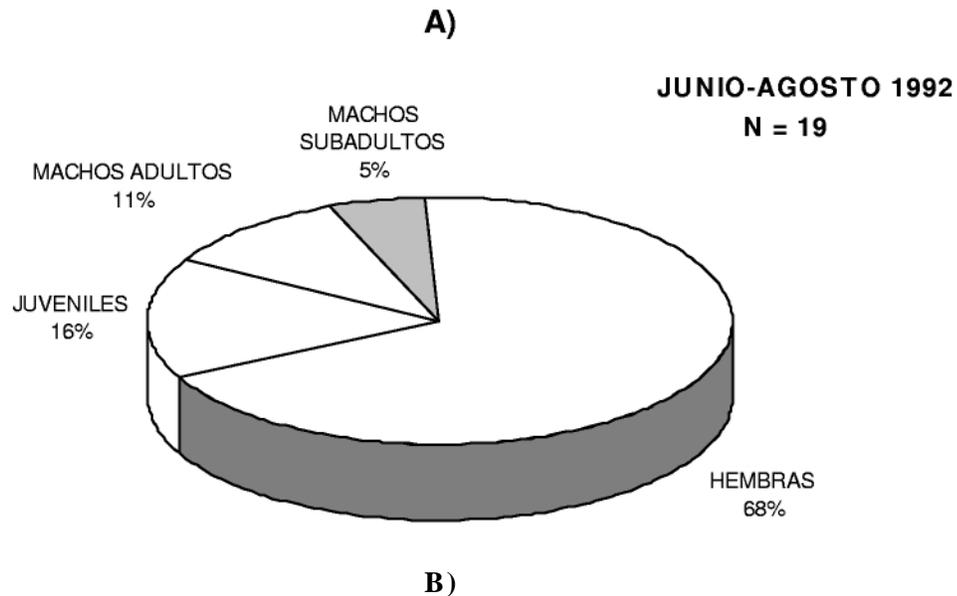
En el Capítulo II, se hizo referencia a la predilección de *Zalophus californianus*, por alimentarse preferentemente al oscurecer y antes del amanecer, al igual que otras especies de pinnípedos. Esta conducta, podría exacerbar la incidencia de accidentes de enmallamientos en los chinchorros.

La casi totalidad de los chinchorros en Bahía de La Paz se colocan en los primeros 20 m de profundidad y muy cerca de la costa, por lo que la probabilidad de enmallamiento es alta para aquellos animales que costean durante la noche. También en el Capítulo II, se reunió la información existente sobre la profundidad promedio a la que bucean las hembras de *Zalophus* (la

mayor parte de los estudios se han hecho en hembras), sugiriendo que el 80% de los buceos se presentan en los primeros 50 m de profundidad.

¿ Que efectos tiene el enmallamiento en la población de lobo marino?

Harcourt et al., (1994), reportaron para la Bahía de La Paz que la proporción de lobos marinos con marcas de enmallamiento podría encontrarse entre el 3.9 y 7.9% de la población (excluyendo a las crías). La composición de la población de lobo marino con marcas de enmallamiento, registrada en el estudio mencionado, se muestra en la Figura 26A. En ese estudio cada animal fue individualizado debido a que las marcas eran muy distintas entre sí sobre animales de distinto sexo o talla. Notese que el período de observación fue de junio a agosto, es decir durante el período reproductivo y que la mayor parte de los animales con marcas fueron las hembras adultas.



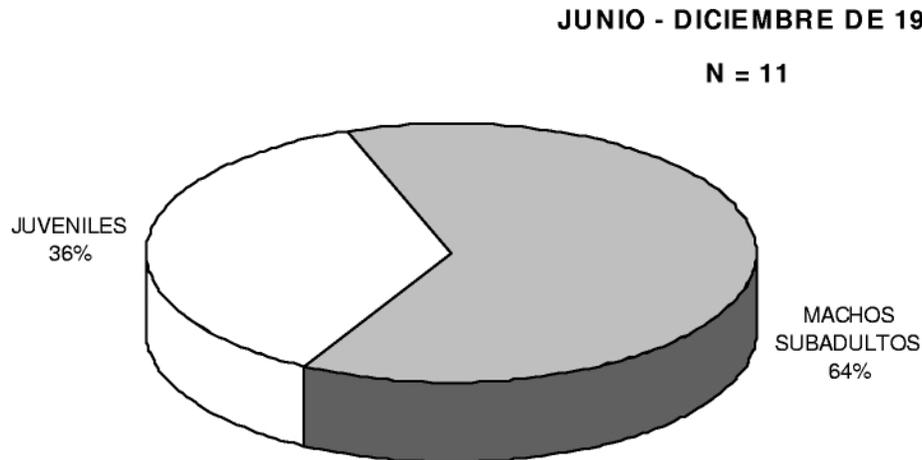


Fig. 26. Porcentajes de lobos marinos enmallados por clases de edad y sexo en Los Islotes en dos muestreos (A y B).

Un esfuerzo similar se realizó en el presente estudio (Figura 26B), que incorporó a todos los animales registrados entre junio y diciembre de 1996, donde la proporción de machos subadultos aumentó notablemente comparada con la de 1994, quizás debido a que el período cubrió parte del tiempo en que los machos subadultos son más abundantes en la zona.

Es muy probable que la proporción de juveniles que se enmalla sea mayor a la que presentan las graficas, debido a que por su tamaño, no tienen la suficiente fuerza para romper la red y escapar. En la Figura 17, donde se muestra el reporte de lobos marinos que causan problemas a los pescadores, se puede notar que las hembras y machos adultos (incluidos los machos subadultos), predominan en la muestra. Sin embargo es posible que los juveniles sean confundidos con hembras adultas cuando están mojados, del mismo modo que los pescadores indicaron la presencia de crías (no de juveniles), como parte de los animales que causan problemas.

Estos resultados parecen indicar que la estructura por sexos y edades de los animales enmallados, es probablemente un reflejo de la estructura de la población de lobos marinos en Los Islotes. De ser así, sugiere que todas las categorías de sexo y edad son proclives al robo de alimento, o al enmallamiento accidental en las redes. Esto resulta más evidente si consideramos que durante el verano, cuando aumenta el esfuerzo de pesca y se colocan más chinchorros, la

porción de la población con mayor número de enmallamientos son las hembras adultas, lo cuál es debido al hecho de que en ese momento del año son más abundantes.

Algunos de los animales que sobreviven al enmallamiento, mueren posteriormente debido a que los pedazos de redes alrededor del cuello van haciendo heridas profundas en los animales, al grado que no pueden alimentarse y mueren de inanición o infecciones severas. Si bien se han registrado recuperaciones asombrosas a pesar de presentarse daños aparentemente irreversibles, también se ha observado, que cuando las hembras enmalladas están criando, la alimentación hacia los cachorros es insuficiente, se reducen los períodos de lactancia, ya que las hembras no pueden mantener una posición continua sobre por las heridas, y se tornan muy nerviosas, de modo que tiran al mar al menor disturbio, abandonando a su crío.

No se conoce el efecto del nivel de enmallamiento actual en la Bahía de La Paz, sobre la mortalidad del lobo marino, pero es posible que la clase más afectada sean las hembras adultas, de las que depende la supervivencia de las crías (ver Capítulo 3). Sin embargo, el efecto de enmallamientos parece no haber tenido un impacto significativo en la dinámica de la población en los último años (ver Capítulo 1), ya que la lobera está creciendo. Sin embargo es importante continuar con el monitoreo de este problema.

CONCLUSIONES

1. La pesquería artesanal extrae 3.8 veces más biomasa anual y 2 veces más peces teleósteos, que la población de la población de lobo marino en la Bahía de La Paz.
2. El consumo de alimento de la población de lobo marino aumenta en invierno y tiene su mínimo en verano durante el período reproductivo.
3. Las hembras adultas determinan la mayor parte del consumo poblacional de alimento en el verano, y los machos subadultos en invierno.
4. La pesquería artesanal aumenta sus capturas en verano y disminuye en invierno, debido a una reducción del esfuerzo pesquero por empeoramiento de las condiciones climáticas.
5. Las seis principales presas del lobo marino en la Bahía de La Paz no tienen valor comercial.
6. Cuatro especies con valor comercial tuvieron baja importancia en la dieta del lobo marino; la cabrilla, la pierna, la mojarra y la corvina. De estas solo la cabrilla es considerada como especie de “primera”. El consumo de esta especie y de la pierna es menor al 1% de la biomasa extraída por la pesquería (182 y 121 t. m./año respectivamente). La corvina y la mojarra tuvieron mayor incidencia en la alimentación del lobo marino (4.5 y 11%), pero las capturas de estas especies fueron considerablemente menores (16.4 y 18 t. m./año).
7. La competencia entre las pesquerías y el lobo marino por peces teleósteos es baja.
8. La interacción entre las pesquerías artesanales y la población de lobo marino en la Bahía de La Paz se centra principalmente en el robo de pescado de los chinchorros, el enmallamiento de lobos marinos en las redes y la ruptura de las mismas. Esto es causa, por un lado de pérdidas económicas aún no evaluadas, y por otro lado, mortalidad de lobos marinos (tampoco evaluada) pero que se supone en los últimos años de poca significancia.

LITERATURA CITADA

- Aurioles, G. D. 1982. Contribución al estudio de la conducta migratoria del lobo marino de California *Zalophus californianus*. Tesis profesional en Biología Marina, UABCS, 75 p.
- Aurioles, G. D. 1988. Behavioral ecology of California sea lions in the Gulf of California. Ph. D. Thesis, University of California, Santa Cruz, 175 p.
- Aurioles, G. D. 1991. Otolith size versus weight and body length relationships for some fishes off the Pacific coast of Baja California Sur, México. *Fishery Bulletin*, 89:701-706.
- Aurioles, G. D., Sinsel, F., Fox, C., Alvarado E., y O. Maravilla. 1983. Winter migration of subadult males California sea lions (*Zalophus californianus*) in the southern part of Baja California. *J. Mamm.* 64(3):513-518.
- Aurioles G., D., C. Fox., F. Sinsel y G. Tanos. 1984. Prey of the California sea lion (*Zalophus californianus*) in the Bay of La Paz, Baja California Sur, México. *J. Mamm.* 65(3):519-521.
- Castro-Aguirre, J. L., J. J. Shmitter, E. F. Balart y R. Torres-Orozco. 1993. Sobre la distribución geográfica de algunos peces bentónicos de la costa oeste de Baja California Sur, México, con consideraciones ecológicas y evolutivas. *An. Esc. Nal. de Ciencias Biológicas, Mex.* 38:75-102.
- Costa P. D. 1993. The relationship between reproductive and foraging energetics and the the evolution of the Pinnipedia. 293-314 p. In *Marine mammals: Advances in behavioural and population biology*. ED. I. L. Boyd. The Zoological Society of London. Clarendon Press, Oxford, No. 66, 403 p.
- Fitch, J. E. 1964. The fish fauna of playa del Rey locality. Southern California Marine Pleistocene Deposit. Los Angeles County Mus. *Contr. Sci.* 82:1-35.
- Fitch, J. E. 1966. Additional fish remains, mostly otoliths, from a Pleistocene deposit at Playa del Rey, California. Los Angeles County Mus. *Contr. Sci.* 119:1-16.

- Fitch, J. E. 1968. Otoliths and other fish remains from the timms Point Silt (Early Plesitocene) of California. Los Angeles County Museum. Contr. Sci. 146:1-29.
- Fitch, J. E. and R. L. Brownell. 1968. Fish otoliths in cetacean stomach and their importance in interpreting feeding habits. J. Fish Res. Board of Canada. 25(12): 2561-2574.
- García, R., F.J. 1995. Ecología Alimentaria del lobo marino de California, *Zalophus californianus californinus*, en Los Islotes, B.C.S., México. Tesis Profesional. UABCS. pp. 106.
- García, R. F. J. y D. Auriolos G. En prensa. Contribución al conocimiento de la biodiversidad íctica en la Bahía de La Paz, por medio del análisis coprológico en el lobo marino de California, *Zalophus californianus californianus*. Memorias del Coloquio doble la Bahía de La Paz. Octubre 5-7 1994, CICIMAR-UABCS, La Paz B.C.S.
- Harcourt, R., D. Auriolos, D., y J. Sánchez. 1994. Entanglement of California sea lions at Los Islotes, Baja California Sur, México. Marine Mammal Science, 10(1):122-125.
- Irving, L. y J. Krog. 1973. Heat production and body surface area in aeals and otters. Norwegian J. Zoology, 21:51-54.
- Kleiber, M. 1961. The fire of life: An introduction to animal energetics. Wiley & Sons., New York & London.
- Lowry, M.S., C.W. Oliver, C. Macky y J.B. Wexler. 1990. Food habits of California sea lions *Zalophus californianus* at San Clemente Island, California, 1981-86. Fishery Bulletin, U.S. 88: 509-521.
- 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, U.S. 89: 331-336.

Northridge, S. P. 1984. World review of interactions between marine mammals and fisheries. FAO. Tech. Rep. 251:190 p.

Peters, H. R. 1980. Ecological implications of body size. Cambridge University Press, Cambridge Studies in Ecology, 297 p.

Peterson, R. S. y G. A., Bartholomew. 1967. The natural history and behavior of the California sea lion. Spec. Pub. No. 1, Amer. Soc. Mamm., 79 p.

Weatherley A. H. y H. S. Gill. 1987. The biology of fish growth. Academic Press, 443 p.

Wyllie-Echeverria, T. 1987. Relationship of otolith length to total length in rockfishes from northern and central California. Fishery Bulletin, U. S. 85:383-387.