



Instituto Politécnico Nacional
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas



Cambios espaciales y estacionales en la estructura trófica y consumo del lobo marino de California, *Zalophus californianus*, en la región de las grandes islas, Golfo de California

Tesis que como requisito parcial para obtener el grado de

Maestro en Ciencias

con Especialidad en

Manejo de Recursos Marinos

presenta

Francisco Javier García Rodríguez

Vertical stamp on the right side of the page, partially legible, containing text such as "CICIMAR" and "DORAMAR".

Contenido

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABLAS	viii
GLOSARIO	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
AGRADECIMIENTOS	xii
<i>Introducción</i>	
1.1. Generalidades	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
<i>Materiales y Métodos</i>	
2.1 Area de estudio	5
2.2. Censos poblacionales	9
2.3 Recolrecta de rnustras fecales	9
2.4. Identificación de presas	10
2.5. Análisis de los Datos	11
<i>Resultados</i>	
3.1. Alimentacion	16
<i>Identificación e importancia de presas</i>	16
<i>Cambios espacio-temporales en la composición alimentaria</i>	20
<i>Variación de la importancia de las presas principales</i>	32
3.2. Abundancia de lobos marinos y estimación de la biomasa consumida	36
<i>Cambios espacio-temporales en \bar{T} abundancia y estructura poblacional</i>	36
<i>Consumo de alimento del lobo marino de California</i>	40
<i>Discusión</i>	
4.1 Análisis de los grupos consumidos	43
4.2 Análisis espacio-temporal de la estructura alimentaria	44
<i>Diferencias alimentarias entre loberas</i>	44
<i>Diversidad trófica del lobo marino de California</i>	46
<i>Zonas de alimentación y presas representativas</i>	48
4.3. Variación espacio-temporal de las presas principales	49
3.1. El alimento como factor determinante en la dinámica poblacional de la especie	55
4.5 Interacción lobos marinos-pesquerías	57
4.6. Análisis metodológico	60
<i>Uso de los copros como herramienta para realizar estudios de alimentación</i>	60
<i>Interpretación de los indicadores de importancia</i>	61
<i>La importancia del tamaño de muestra</i>	61
<i>Conclusiones</i>	
63	
<i>Recomendaciones</i>	
65	
<i>Literatura citada</i>	
66	

Anexos

Anexo I. Formulación del Índice de Importancia

Anexo II. Presas del lobo marino de California

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localización geográfica del Golfo de California y ubicación de las loberas visitadas en donde se realizó la recolecta de copros de *lobo* marino de California, de junio de 1995 a mayo de 1996. 6
- Figura 2.** Isla San Pedro Martir, ubicada entre los 28° 23' y 28° 25' latitud norte y entre los 112° 24' y 112° 27' longitud oeste. Los sitios de recolecta se indican con las flechas negras. 7
- Figura 3.** Isla San Esteban, ubicada entre los 28° 40' y 28° 46' latitud norte y entre los 112° 32' y 112° 40' longitud oeste. Los sitios de recolecta se indican con las flechas negras. 7
- Figura 4.** Isla El Rasito, ubicada entre los 28° 48' y 28° 50' latitud norte y entre los 112° 59' y 113° 00' longitud oeste. Los sitios de recolecta se indican con las flechas negras. 7
- Figura 5.** Isla Angel de la Guarda, ubicada geográficamente entre los 29° 00' y 29° 40' latitud norte y entre los 113° 00' y 113° 40' longitud oestr. Las flechas señalan las dos loberas: Los Cantiles y Los Machos. 8
- Figura 6.** Isla Granito, ubicada entre los 29° 34' y 29° 35' laltitud norte y entre los 113° 32' y 113° 34' lontigud oeste. Los sitios de rerecolecta se indican con las flechas negras. 8
- Figura 7.** Isla Lobos, ubicada entre los 30° 02' y 30° 04' laltitud norte y entre los 114° 28' y 114° 29' lontigud oeste. Los sitios de recolecta se indican con las flechas negras. 8
- Figura 8.** Superficie interna del otolito de *Pronotogrammus eos* (Serranidae) mostrando las partes características, principalmente utilizadas en la identificación. 10
- Figura 9.** Vista lateral de la mandíbula superior del calamar *Loligo opalescens* (Loliginidae). 11
- Figura 10.** Importancia de peces y cefalópodos con base en el número de estructuras recuperadas en las siete loberas durante las cuatro salidas realizadas. 17
- Figura 11.** Importancia de peces, cefalopodos y crustáceos con base en el porcentaje de aparición en todos los copros recolectados. 17
- Figura 12.** Importancia de peces, cefalopodos y crustáceos con base en la abundancia relativa (lado izquierdo) y el porcentaje de aparición (lado derecho) para el total de los datos y para cada una de las fechas de recolecta. 18

Figura 13. Relación entre el Índice de Importancia, la Abundancia Relativa, y el Porcentaje de Aparición con respecto al IVB encontrado a partir de los datos provenientes de junio de 1995 de la lobera de San Pedro Martir.	21
Figura 14. Curvas de diversidad estimadas para revisar el tamaño de muestra y la diversidad trófica en cada lobera durante los cuatro meses de recolecta.	22
Figura 15. Importancia promedio de las 25 presas. La línea vertical separa las nueve presas más importantes. Imp. representa en la figura el porcentaje acumulado de las 25 presas en cada una de las loberas.	30
Figura 16. Curvas de diversidad mostrando las menores diversidades encontradas en cada sitio. Todas las curvas provienen de los resultados de septiembre, excepto para San Pedro Martir e Isla Lobos que ha sido calculada a partir de los datos de junio.	31
Figura 17. Curvas de diversidad mostrando las diversidades encontradas en septiembre para cada uno de los sitios.	31
Figura 18. Dendrograma de clasificación de las loberas basado en las distancias euclidianas obtenidas de las 25 presas y utilizando la técnica UPGMA. Las líneas verticales representan los puntos de referencias para delimitar los grupos.	31
Figura 19. Importancia anual de las nueve presas principales del lobo marino de California en la región de las grandes islas.	33
Figura 20. Distribución de la importancia de las presas principales. Los números que se encuentran en los costados de cada mapa representan los niveles de importancia de cada presa.	34
Figura 21. Importancia mensual de las nueve presas principales del lobo marino de California en la región de las grandes islas.	35
Figura 22. Cambios en la abundancia total de animales de cada categoría a través del año.	36
Figura 23. Variación temporal y espacial en la abundancia total del lobo marino de California.	37
Figura 24. Variación temporal y espacial en la abundancia por clase de edad y sexo de los lobos marinos.	38
Figura 25. Estructura por edad y sexo para cada una de las loberas.	39
Figura 26. Promedio y desviación estándar de los porcentajes de individuos de cada una de las categorías de edad y sexo.	39

Figura 27. Variación en la abundancia relativa de los individuos machos subadultos y machos adultos en enero y septiembre en cada una de las loberas.	40
Figura 28. Importancia relativa y biomasa de las nueve presas principales consumidas por el lobo marino de California, en la region estudiada.	42
Figura 29. Mapa de surgencias en la region de las grandes islas. (Figura tomada de Maluf, 1983).	46
Figura 30. Mapa de regionalizacion a partir de la composición y similitudes del alimento de las siete loberas estudiadas.	49
Figura 31. Tallas promedios y desviaciones estandar de los individuos de sardina Monterrey identificados en el muestreo.	51
Figura 32. Tallas encontradas de los individuos de sardina Monterrey en la region norte de la isla Angel de la Guarda.	51
Figura 33. Importancia de los cefalopodos en el alimento del lobo marino de California.	53
Figura 34. Biomasa de las capturas comerciales y del consumo del lobo marino de California. (La información pesquera fue tomada de Cisneros-Mata, 1997).	58

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Nurncro de muestras fecales del <i>lobō</i> marino de California analizado para cada lobera y cada mes.	16
Tabla 2. Presas identificadas del lobo marino de California para las loberas de San Pedro Martir, San Esteban, El Rasito, Los Cantiles, Isla Granito, Los Machos e Isla Lobos de junio de 1995 a mayo de 1996.	19
Tabla 3. Importancia de las presas principales encontrada a partir de las recolectas realizadas de junio de 1995 a mayo de 1996 en San Pedro Mártir.	23
Tabla 4. Importancia de las presas principales encontrada a partir de las recolectas realizadas de junio de 1995 a mayo de 1996 en San Esteban.	24
Tabla 5. Importancia de las presas principales encontrada a partir de las recolectas realizadas de junio de 1995 a mayo de 1996 en El Rasito	25
Tabla 6. Importancia de las presas principales encontradas a partir de las recolectas realizadas de junio de 1995 a mayo de 1996 en Los Machos.	25
Tabla 7. Importancia de las presas principales encontrada a partir de las recolectas realizadas de junio de 1995 a mayo de 1996 en Los Cantiles.	26
Tabla 8. Importancia de las presas principales encontrada a partir de las recolectas realizadas de junio de 1995 a mayo de 1996 en Isla Granito.	27
Tabla 9. Importancia de las presas principales encontrada a partir de las recolectas realizadas de junio de 1995 a mayo de 1996 en Isla Lobos.	27
Tabla 10. Importancia promedio (IIMP) de la presas principales. Las estimaciones realizadas con los datos de Los Machos, se hicieron con base en el promedio de las tres recolectas y no en cuatro, como en las demas loberas. Los valores encasillados representan la lobera en la cual las presas presentaron un importancia promedio anual $\geq 10\%$; aunque fueron considerados algunas con valores ligeramente menores, como SPM069501 en el Rasito y <i>Scomber japonicus</i> en Los Machos.	29
Tabla 11. Cantidades estimadas de la biomasa ingerida por los lobos marinos en la siete loberas estudiadas.	41
Tabla 12. Habitat de las especies de cefalopodos consumidos por el <i>lobō</i> marino de California.	54

OTOLITO.- Estructura formada por carbonato de calcio y una proteina llamada otolina, que forma parte del oido interno de los peces. De los tres tipos existentes, el otolito sagita es el que comúnmente se usa para la identificación de las especies.

ÍNDICE DE IMPORTANCIA.- Medida de importancia que representa la probabilidad de extraer de un conjunto de copros un individuo de un taxon determinado.

ABUNDANCIA RELATIVA.- Medida de importancia basada en el porcentaje de individuos (representados por estructuras cuantificables recuperadas en los copros, como otolitos o mandibulas de cefalopodos) de cada una de las especies.

PORCENTAJE DE APARICIÓN.- Medida de Importancia basada en el porcentaje de copros en los cuales aparecieron individuos de cada una de las especies.

INDICE DE VALOR BIOLÓGICO. Medida de importancia basada en la sumatoria de los rangos de importancia encontrados en cada unidad de muestreo (copro) que tiene cada especie.

DIVERSIDAD.- Característica de la comunidad que hace referencia a la riqueza específica y a la distribución de la abundancia de los individuos entre las especies.

BIOMASA. Peso de todos los organismos.

CORRELACIÓN DE SPEARMAN. Procedimiento estadístico que prueba la relación entre dos variables que no asume dependientes y que utiliza como datos de entrada los rangos de importancia en lugar de los valores absolutos.

TDK (Por sus siglas en inglés Time, Depth Recorder). Instrumento que registra el tiempo y la profundidad de buceo. Este aparato es colocado en el dorso de los animales.

TASA DE DIGESTION. Velocidad a la cual los alimentos ingeridos que no pueden ser utilizados de esta forma se reducen a compuestos mas simples para ser asimilados.

EL NIÑO. Evento oceanográfico que ocurre en el Océano Pacifico Oriental, en el cual cambian los patrones de corrientes, la temperatura del agua se incrementa y la surgencia declina, resultando en una reducción de productividad y alimento.

INTERACCIÓN LOBOS MARINOS-PESQUERÍAS. Influencia reciproca. Los lobos marinos originan daños principalmnte en el arte de pesca de pescadores locales. Las pesquerias al colocar redes agalleras incrementan la probabilidad de muerte de los animales por enmallamiento. Las pesquerias comerciales, reducen el recurso que a su vez es parte del alimento de los pinnípedos.

ESTRUCTURA POBLACIONAL. Característica de una poblacion con base en la composición por edad y sexo.

ZONA DE REPRODUCCIÓN.- Sitio de la colonia en el cual se llevan al cabo los partos y las copulas. En este lugar generalmente se encuentran todas las clases de edad y sexo excepto machos subadultos.

ZONA DE SOLTEROS. Sitio de la colonia en el cual se encuentran principalmente machos que aun no se reproducen. Aqui no hay partos ni copulas. Es raro ver crias.

RESUMEN

De mayo de 1995 a junio de 1996, se realizaron cuatro visitas a siete loberas reproductoras del Golfo de California con el fin de recolectar muestras fecales y conocer la alimentacibn del lobo marino de California y sus cambios temporales y espaciales. Se visitaron las loberas de San Pedro Martir, San Esteban, El Rasito, Los Machos, Los Cantiles, Isla Granito, e Isla Lobos. Se obtuvieron y analizaron 1273 copros, a partir de los cuales se recuperaron 5242 estructuras; 4995 (95.5%) otolitos y 247 (4.7%) mandíbulas de cefalopodos. La importancia de los peces como presa fue observada también por el número de copros en los que aparecieron (97.4%). Comparativamente los cefalopodos y crustaceos fueron menos frecuentes (11.2% y 12.7% respectivamente del total de copros recolectados). En todas los muestreos se observaron diferencias espaciales en la alimentacibn y en cada sitio cambios temporales. Tambien la diversidad trofica fue distinta entre las loberas. Las diferencias espaciales en la alimentacion fueron atribuidas a que los animales se alimentan en sitios distintos. En todos los casos, se notó un numero reducido de presas importantes. Las especies principalmente consumidas fueron: en San Pedro Martir, mictbfidos; en San Esteban, *Sardinops caeruleus* y mictofidos; en El Rasito, *Sardinops caeruleus*, mictófidis y *Trachurus symmetricus*; en Los Machos, *Sardinops caeruleus* y *Scomberjaponicus*; en Los Cantiles, *Trichiurus lepturus* y *Porichthys* sp; en Isla Granito, *Trichiurus lepturus* y *Engraulis mordax*; y en Isla Lobos, *Trichiurus lepturus*, *Porichthys* sp y *Cetengraulis mysticetus*. Las diferencias en la diversidad trofica fueron atribuidas al aprovechamiento y disponibilidad de los recursos. Sobresalen por tener una baja diversidad y consumir un numero reducido de presas las loberas de Los Machos e Isla Granito, en las cuales destacan *Sardinops caeruleus* y *Trichiurus lepturus*, respectivamente. A pesar de las diferencias espaciales, en varias loberas se identificaron presas similares. Esto ayudo a detectar zonas de importancia comun para grupos de loberas: parte sur (San Pedro Martir, San Esteban y El Rasito), Canal de Ballenas (Los Machos) y otras dos en la parte norte (Los Cantiles e Isla Lobos; e Isla Granito). Los cambios temporales en la alimentación fueron atribuidos principalmente, a los cambios en la estructura comunitaria de los recursos, originados por lo patrones de migración de las presas. Un ejemplo claro de esta relación es el de *Sardinops caeruleus*.

En la region de las grandes islas, la abundancia maxima de animales ocurrió en epocas distintas y la composición por edad y sexo fue diferente entre los sitios. Esta situación apoya la idea de que existe intercambio de animales entre loberas. Proporcionalmente, los machos subadultos heron los individuos mas importantes en estos movimientos, cuyos fines están aparentemente relacionados con la búsqueda de alimento. Se estima que los lobos marinos residentes de las colonias estudiadas consumieron alrededor de 20,599 toneladas de alimento al año. Esta cantidad correspondio apenas al 8% de las capturas comerciales desembarcadas en Guaymas y Yavaros, Son. En términos especificos la extracción, por ejemplo de *Sardinops caeruleus*, por los lobos marinos y las pesquerias fue tambien fuertemente desproporcionada. La biomasa extraida de esta especie se estimó anualmente en 202,680 t, de las cuales los lobos consumieron menos del uno por ciento (1811 t). Otras especies que este pinnipedo consumió y que representan interes comercial fueron *Engraulis mordax*, *Cetengraulis mysticetus* y *Scomber japonicus*.

Los estudios de alimentación a traves de muestras fecales requieren de considerar los diferentes grados de erosion y recuperación del material identificable. Además es importante revisar la representatividad del tamaño de muestra y la interpretación de los indicadores de importancia utilizados.

ABSTRACT

Between May 1998 and June 1996 seven rookeries were visited for four times in the Gulf of California with the purpose of collecting scats and study the spacial and seasonal variability in the prey items of California sea lions. These rookeries were San Pedro **Mártir**, San Esteban, El Rasito, Los Machos, Los Cantiles, Isla Granito, and Isla Lobos. We examined 1273 scats and we obtained 5242 prey hard parts, 4995 (95.3%) of those were otoliths and 247 (4.7%) cephalopod beaks. The frequency of occurrence for the fishes was 97.4%, for the cephalopods it was 11.2% and for the crustaceans it was 12.7%. We observed differences in the food among seasons and rookeries. Also, we noticed differences in the trophic diversity. Those changes were apparently due to the animals from each **rockery** eating in different places. There were few species that were considered main prey at all rookeries. These were: at San Pedro Martir, lanternfish; at San Esteban, *Sardinops caeruleus* and lanternfish; at El Rasito, *Sardinops caeruleus*, lanternfish and *Trachurus symmetricus*; at Los Machos, *Sardinops caeruleus* and *Scomber japonicus*; at Los Cantiles, *Trichiurus lepturus* and *Porichthys* sp; at Granito Inland, *Trichiurus lepturus* and *Engraulis mordax*; and at Lobos Island, *Trichiurus lepturus*, *Porichthys* sp and *Cetengraulis mysticetus*. The trophic diversity changed in relation to abundance and availability of prey. Los Machos and Granito Island had the lower values of trophic diversity when *Sardinops caeruleus* and *Trichiurus lepturus* were present respectively. Similar prey were noticed at some rookeries and the common zones were: south (San Pedro Martir, San Esteban and El Rasito), Canal de **Ballenas** (Los Machos) and two other zones in north (Los **Cantiles** and **Isla Lobos**; and Granito Island). The variability in prey items was apparently due to the movements and availability of prey. This was most clear with *Sardinops caeruleus*, whose migration pattern coincided with its important in the food.

Maximum abundance of sea lions at colonies occurred in different seasons and population structure was different among rookeries. This supports the idea that there is interchange between the colonies. **Subadult** males were the **sex/age** class that was most important in those movements. They are thought to be linked to search for food.

The estimated consumption by California sea lions from the seven colonies was 20,599 mt of biomass per year, 8% of commercial harvest unloaded at Guaymas and Yavaros, Sonora. Also, this pinniped consumed a lower biomass of *Sardinops caeruleus* (1%) than the commercial catch. Other main prey with commercial importance were *Engraulis mordax*, *Cetengraulis mysticetus* y *Scomber japonicus*.

The feeding studies using scats need to considerate the erosion and recovering of prey hard parts. Besides, it is important to evaluate the representativeness of the sample size and of the importance indices used.

Introducción

1.1. Generalidades

Las aguas costeras del noroeste de México representan un sitio importante para cuatro especies del orden Pinnipedia: la foca común, *Ploca vitulina*, con aproximadamente 1000 individuos; el lobo fino de Guadalupe, *Arctocephalus townsendi*, entre 5,000 y 7,000; el elefante marino, *Mirounga angustirostris*, con alrededor de 60,000; y el lobo marino de California, *Zalophus californianus*, con aproximadamente 90,000 (Le Boeuf y Ronnell, 1980; Le Boeuf *et al.*, 1983; Gallo-Reynoso y Aurióles-Gamboa, 1984; Gallo-Reynoso, 1994). De estas cuatro especies, el lobo marino de California es sin duda la especie más estudiada debido al gran tamaño de su población y a su amplia distribución. La foca común, el lobo fino de Guadalupe y el elefante marino, se encuentran restringidos sólo a la costa oeste de la península de Baja California y aunque existen registros más al sur, e inclusive dentro del Golfo de California, han sido únicamente asociados a dispersiones realizadas principalmente por individuos jóvenes, cuya implicación ecológica se relaciona con procesos de colonización de nuevas áreas (Aurióles-Gamboa *et al.*, 1993). El lobo marino de California por su parte, además de que se encuentra en la costa occidental de la Península, habita de manera permanente en varias islas del Golfo de California.

La población del lobo marino en el Golfo de California ha sido estimada alrededor de 23,000 individuos, de los cuales aproximadamente el 81.8 % se encuentra en la región definida por Walker (1960) como norte. De acuerdo con Aurióles-Gamboa (1988) y Aurióles-Gamboa y Zavala-González (1994), la gran concentración en la parte norte no está determinada por el espacio insular, ya que mientras que en la parte media y sur del golfo se encuentra un promedio de 59.7 animales por isla (4242 individuos/71 islas), en la parte norte es de 633.8 (19014 individuos/30 islas). La mayor concentración de la población de lobos en la región del norte del Golfo de California, al igual que en otras regiones como en las Islas del Canal en la costa de California, U.S.A., parece tener una gran relación con la disponibilidad del alimento, sobre todo constituido principalmente de peces pelágicos (Aurióles-Gamboa, 1988; Orta-Davila, 1988; Lowry *et al.*, 1990; Lowry *et al.*, 1991). En el Golfo de California la sardina Monterey (*Sardinops caeruleus*), la macarela (*Scomber japonicus*), tres especies de sardina crinuda (*Opisthonema libertate*, *O. bulleri* y *O. medirastre*) y la anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*) se esperarían que fueran presas importantes del lobo marino ya que sus concentraciones son altas; de hecho, representan los volúmenes más importantes de la captura comercial (Arvizu-Martínez, 1987). Un aspecto interesante es que durante el verano algunas de estas especies como la sardina Monterey y la macarela se concentran en la región de las grandes islas (Ángel de la Guardia y Tiburón) cuando sucede la temporada de reproducción del lobo marino.

A la fecha no existe en esta región un estudio sobre la alimentación del lobo marino durante todo un ciclo anual. Orta-Dávila (1988) se refiere solamente a la Roca El Racito, Bahía de Los Ángeles, B.C., y Sánchez-Arias (1992), a pesar de que involucra dos loberas importantes (la de Los Cantiles en la Isla Ángel de la Guarda y la de la Isla Granito), se refiere sólo a la estación de verano.

1.2. Antecedentes

Los estudios sobre los hábitos alimentarios del lobo marino de California a lo largo de su área de distribución geográfica, han mostrado que a pesar de que su alimento está constituido por una gran variedad de especies, pocas presas son las que representan, al menos numéricamente, la mayor importancia relativa del espectro alimentario. Esta relativa baja diversidad trófica se presenta independientemente de la composición del alimento.

Bailey y Ainley (1982), discuten la importancia de la merluza, *Merluccius productus*, como una de las presas principales del lobo marino en las Islas Farallon. De acuerdo con ellos, existe una relación entre la abundancia de este pez y su importancia en el alimento. La merluza fue muy importante como presa de abril a agosto, pero no de septiembre a marzo, debido a que durante esta temporada migra hacia fuera y sur de la costa, donde se distribuye entre los 300 y 500 m y no realiza migraciones verticales, de tal manera que los lobos marinos no tienen acceso a ella. A partir del análisis de los copros recolectados en la Isla San Miguel, California, Antonelis et al., (1984), analizan y explican también la importancia relativa de las presas principales del lobo marino de California en función de su disponibilidad en el medio. La merluza fue también importante en esa región, sin embargo a diferencia de lo que sucede en las Islas Farallon, su importancia en el alimento disminuye en verano, debido a que se encuentra concentrada principalmente en la región norte. La presencia de otras presas como el calamar, *Loligo opalescens*, algunas especies de peces del género *Sebastes* y la anchoveta del norte, *Etracaulis mordax*, también parecen estar en función de su disponibilidad en el medio (Antonelis et al., 1984). Los hábitos alimentarios del lobo marino de California han sido estudiados a lo largo de varios años en las islas San Nicolás y San Clemente (Lowry et al., 1990; Lowry et al., 1991). En ambos sitios, la presencia de presas principales similares fue muy notoria (por ejemplo, *E. mordax*, *M. productus*, *Trachurus symmetricus*, *Sebastes* spp. y *Scomber japonicus*) y en ambos sitios se encontró también una relación entre la abundancia de las presas en el medio y su importancia en la alimentación, que inclusive puede explicar la variación a través de los años; por ejemplo, el aumento en la frecuencia de la anchoveta en el alimento durante los años 1983, 1985 y 1986 en la Isla San Clemente coincide con las biomasa más grandes estimadas en el medio (Lowry et al., 1991).

Los estudios sobre la alimentación del lobo marino de California en México, muestran también que este pinnípedo se alimenta de una gran variedad de especies presa pero concentra en pocas de ellas su depredación. La información expuesta en los trabajos relacionados con este tema también hacen notar las diferencias entre las especies consumidas de un sitio con respecto a otro. A la fecha existen seis trabajos sobre el tema: dos realizados en la costa oeste de la península de Baja California (De Anda-Delgado, 1985; Salazar-Godoy, 1989) y cuatro en el Golfo de California (Aurióles-Gamboa et al., 1984; Orta-Dávila, 1988; Sánchez-Arias, 1992; García-Rodríguez, 1995). La información reportada por De Anda-Delgado (1985) proveniente de la Isla Coronados es similar a la encontrada en los trabajos realizados en el sur de California, en donde las presas principales son *E. mordax* y *M. productus* y varias especies del género *Sebastes*. Salazar-Godoy (1989), por su

parte, indica que en la Isla Cedros las presas más importantes para el lobo marino de California son *Octopus* spp, *Porichthys notatus* y *Citharichthys sordidus*. Dentro del Golfo de California, Orta-Davila (1988) encontró en el Racito como presa principal a la sardina, *Sardinops caeruleus*, y también relaciona su presencia con la abundancia de esta presa en el medio. Otro trabajo realizado en el Golfo (en Los Cantiles, Angel de la Guarda e Isla Granito) fue el de Sánchez-Arias (1992), quien entre las presas más importantes reporta a *Diaphus* sp., *Trichiurus lepturus* y *Coelorhynchus scaphopsis* pero no a *Sardinops caeruleus*. El primer sitio en donde se realizó un trabajo de alimentación en México fue en Los Islotes (Aurioles-Gamboa *et al.*, 1984) y las presas más importantes que se encontraron fueron en general muy similares a las encontradas en el mismo sitio diez años más tarde por García-Rodríguez (1995); entre las cuales figuran *Aulopus bujacali*, *Pronotogrammus eos* y *Porichthys notatus*. Los Islotes representan el lugar en donde se ha realizado el mayor esfuerzo en el estudio de alimentación, sin embargo ha sido difícil establecer una relación entre la disponibilidad de las presas en el medio y su importancia en el alimento debido a que se conoce muy poco acerca de la distribución y abundancia de las especies presas.

El denominado comportamiento oportunista del lobo marino que algunos autores sustentan, se basa en el hecho de que esta especie depreda sobre una gran variedad de presas y que su tipo de alimento puede cambiar de un sitio a otro, como anteriormente se ha señalado. Existen, sin embargo, evidencias que indican que el lobo marino de California presenta preferencias alimentarias. Aurioles-Gamboa (1988), hizo un análisis de las presas que se mencionan en 14 trabajos y proporciona una lista de las especies más importantes. De acuerdo con esta revisión, las presas principales del lobo marino son peces que tienden a formar grandes cardúmenes como *Engraulis mordax*, *Merluccius productus*, *Sebastes* spp., *Trachurus symmetricus* y *Scomber japonicus*. También destaca la importancia de cefalópodos como el calamar *Loligo opalescens*. La importancia de la anchoveta, *E. mordax*, estuvo entre los primeros cuatro lugares en 11 de los 14 trabajos analizados, lo que sugiere que puede ser una de las presas preferidas de este pinnípedo. Los trabajos realizados por Lowry *et al.*, (1990) y Lowry *et al.*, (1991), resaltan también la preferencia de los lobos por la anchoveta. Con base en su alta importancia relativa y con respecto a la diversidad de presas, se observa que cuando la aparición de la anchoveta es alta, el número de especies presas es bajo y viceversa. García-Rodríguez (1995) hizo un análisis similar para evaluar dos aspectos: discutir sobre la diversidad alimentaria y comparar esta diversidad entre distintos sitios. El primer aspecto manifiesta que a pesar de la alta variedad de las especies presa que son registradas en diversos trabajos, pocas de ellas son realmente importantes, independientemente del sitio estudiado. El segundo aspecto manifiesta que si bien la alta dominancia de pocas presas es al parecer algo común en cualquier lobera, en algunos lugares se acentúa más, como en los sitios donde figuran especies pelágicas como anchovetas. En estos lugares la diversidad tiende a ser menor que en los sitios en donde no aparecen estos peces.

1.3. Justificación

La importancia del estudio de la alimentación se refleja en la aportación de conocimientos que son útiles para establecer relaciones entre las especies. A través de ellos es posible conocer la procedencia de la energía que es necesaria para el crecimiento, la reproducción y el mantenimiento. El lobo marino de California, además de merecer en términos ecológicos una atención similar a la que merece cualquier especie, es importante porque es una especie protegida (Diario oficial de la Federación, 17/5/1991) y porque su alimento puede involucrar especies de importancia comercial. Lo anterior implica que el monitoreo de diversos aspectos poblacionales y

ecológicos como la densidad, velocidad de crecimiento y alimentación sea necesario para obtener información que sirva para apoyar y/o proponer cambios en las políticas de administración, sobre todo cuando es posible que exista competencia entre el lobo marino de California y las pesquerías. En Estados Unidos los conflictos encontrados entre este mamífero y las pesquerías han sido mencionados por DeMaster *et al.*, (1982) y Bailey y Ainley (1982). En México, la posible competencia ha sido discutida por Aurióles-Gamboa y Zavala-González (1994). La información requerida para evaluar la interacción es parecida a la requerida para evaluar el impacto de una nueva pesquería (Harwood, 1992) y en aguas mexicanas es importante comenzar a abordar este problema mediante el estudio de la alimentación.

1.4. Objetivos

Objetivos general

- La presente investigación tiene como objetivo aportar información sobre la alimentación del lobo marino de California en la región de las grandes islas del Golfo de California; relacionarla con la disponibilidad de los recursos y evaluar el papel de las presas principales dentro de las actividades pesqueras.

Objetivos particulares

- Conocer la composición y diversidad de alimento del lobo marino de California en las loberas de San Pedro Mártir, San Esteban, El Kasito, Los Machos, Los Cantiles, Isla Granito e Isla Lobos.
- Evaluar la similitud del alimento entre las colonias estudiadas.
- Conocer la variación espacial y temporal de las principales presas
- Evaluar el grado de incidencia de especies de importancia comercial en el alimento del lobo marino de California.

2

Materiales y Metodos

2.1 Área de estudio

El Golfo de California se encuentra delimitado al este por los estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit y parte de Jalisco y al oeste por los estados de Baja California y Baja California Sur. Una línea imaginaria que conecta Cabo San Lucas, B.C.S., con Cabo Corrientes, Jalisco, ha sido considerada para definir el borde sur (Alvarez-Borrego, 1983) (Fig. 1). Sus dimensiones aproximadas son de 1500 km de longitud y 150 km de anchura promedio. Durante el verano y principios del otoño son importantes los vientos del sureste, mientras que en invierno y primavera los vientos predominantes son los del noroeste (Roden, 1964). La dirección del viento es importante en la ubicación de las surgencias estacionales. Los vientos del sureste en verano y otoño ocasionan que se produzcan surgencias en la costa oeste del golfo mientras que los vientos del noroeste durante invierno y primavera provocan el desarrollo de surgencias en la costa este (Alvarez-Borrego, 1983). Además de estas surgencias estacionales, existen surgencias permanentes causadas por las corrientes de marea. En el Canal de Ballenas, se encuentran durante todo el año surgencias con altas concentraciones de nutrientes que generan una gran productividad. En el Golfo de California se presenta un gradiente de nutrientes que disminuye conforme se aproxima a la boca del golfo (Alvarez-Borrego, 1983).

El Golfo de California presenta una gran diversidad de especies entre las cuales el lobo marino de California, representa la única especie de pinnipedo que se encuentra durante todo el año. A continuación se describen las características generales de las seis islas que fueron visitadas para la obtención de los datos de este trabajo.

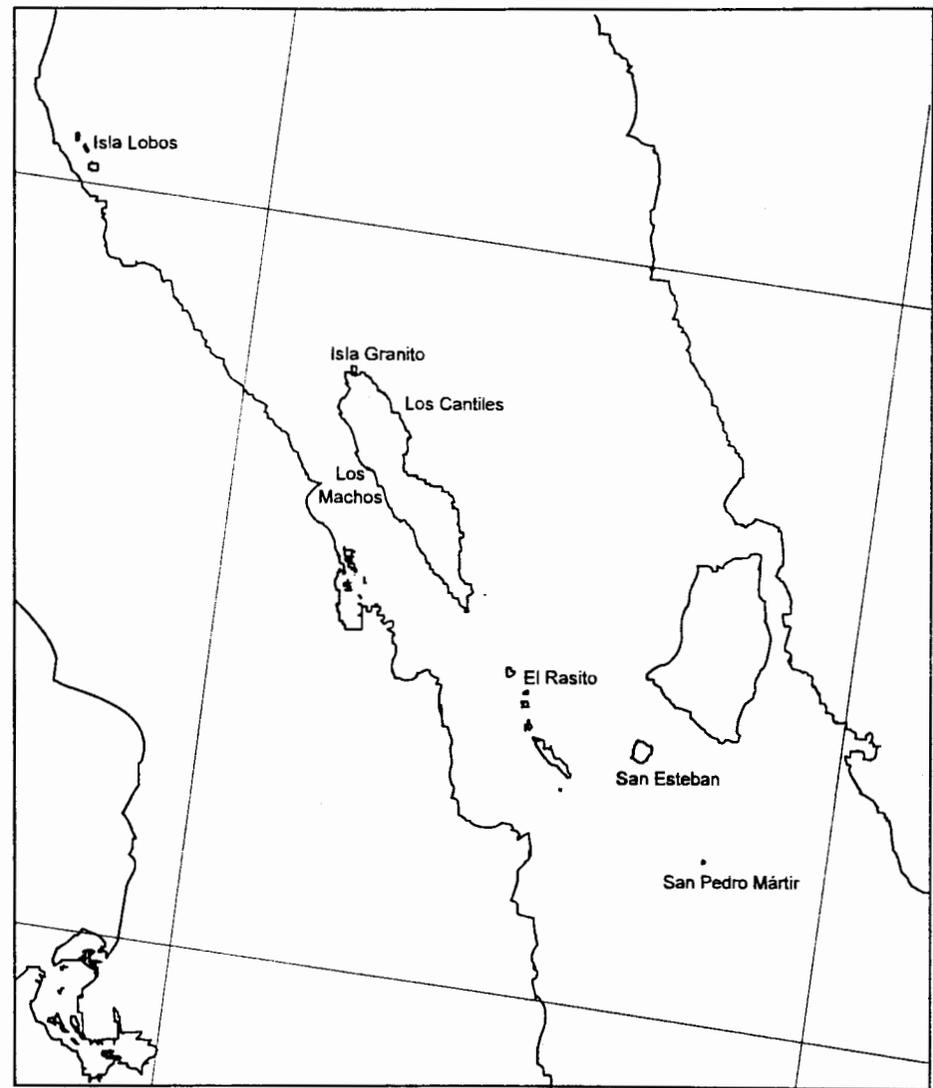
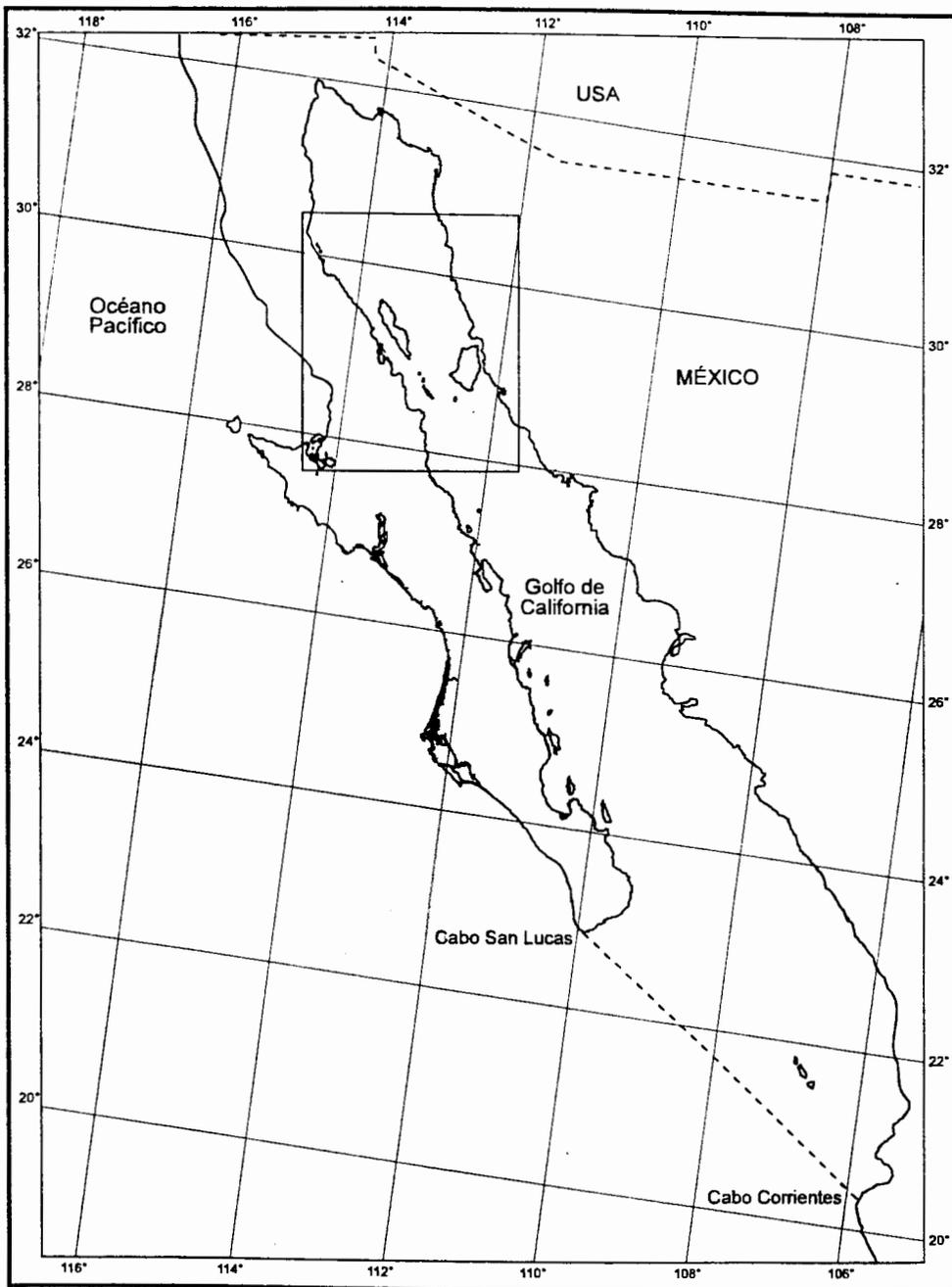


Figura 1. Localización geográfica del Golfo de California y ubicación de las loberas visitadas en donde se realizó la colecta de copros de lobo marino de California, de junio de 1995 a mayo de 1996.

Isla San Pedro Mártir (SPM). Las playas están formadas fundamentalmente por canto rodado y son en general muy angostas. La lobera ocupa casi toda la costa de la isla, (Zavala-González, 1990). En esta isla se eligieron dos sitios de recolecta de copros; uno en la punta sureste y el otro en la parte la noroeste de la isla. (Fig. 2).

Isla San Esteban (EST). Presenta playas formadas en gran parte por canto rodado y algunas son extensas y amplias. Los lobos se encuentran poblando casi toda la isla. La recolecta de copros se realizó en dos sitios; uno situado en la punta suroeste y el otro en la región noroeste (Fig.3).

Isla El Rasito (RAS). Es la única isla, de las visitadas para recolectar copros, que no presenta playa arenosa ó canto rodado. Los animales están extendidos por toda la isla, pero el grueso de la colonia se ubica en la parte noroeste, formada por una plataforma rocosa. En esta zona, se realizó la recolecta de copros (Fig. 4).

Isla Angel de la Guarda. Después de la Isla Tiburón, es la isla que mayor área superficial del Golfo de California. Presenta playas rocosas, arenosas y canto rodado. En la isla se distinguen dos loberas: Los Cantiles (CAN) y Los Machos (MAC). La primera está situada en la parte norte de la costa este y la segunda sobre la parte media la costa oeste. Los sitios de recolecta se señalan en la figura 5.

Isla Granito (GRA). Presenta playas rocosas arenosas y de canto rodado. Los lobos se encuentran en casi toda la islas. La recolecta de copros se realizó en tres sitios; uno de la parte sureste y los otros dos en la parte central de la costa norte y sur (Fig. 6)

Isla Lobos (LOB). Las playas son principalmente rocosas y de canto rodado. La recolecta de copros se realizó en la parte sur y en la región media de la costa noroeste de la isla (Fig. 7).

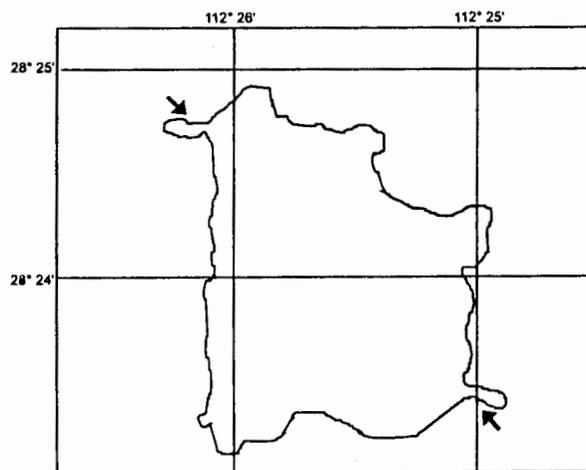


Figura 2. Isla San Pedro Mártir, ubicada entre los 28° 23' y 28° 25' latitud norte y entre los 112° 24' y 112° 27' longitud oeste. Los sitios de recolecta se indican con las flechas negras.

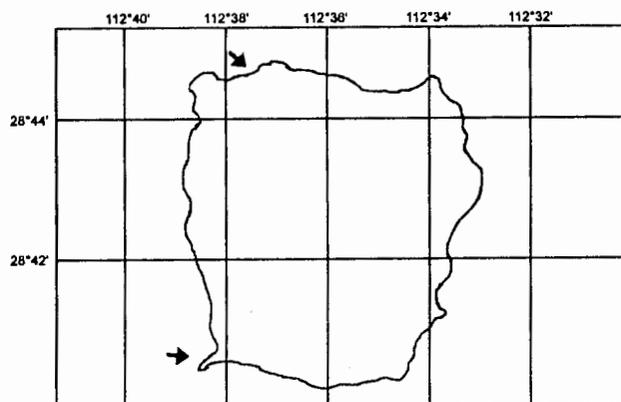


Figura 3. Isla San Esteban, ubicada entre los 28° 40' y 28° 46' latitud norte y entre los 112° 32' y 112° 40' longitud oeste. Los sitios de recolecta se indican con las flechas negras.

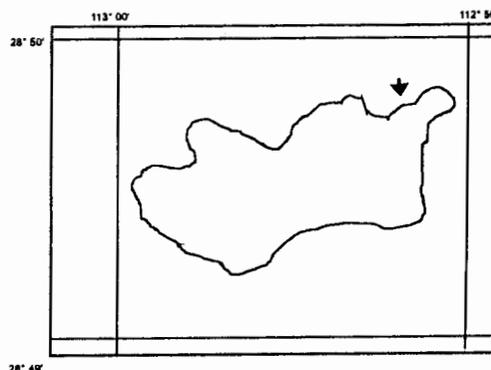


Figura 4. Isla El Rasito, ubicada entre los 28° 48' y 28° 50' latitud norte y entre los 112° 59' y 113° 00' longitud oeste. Los sitios de recolecta se indican con las flechas negras.

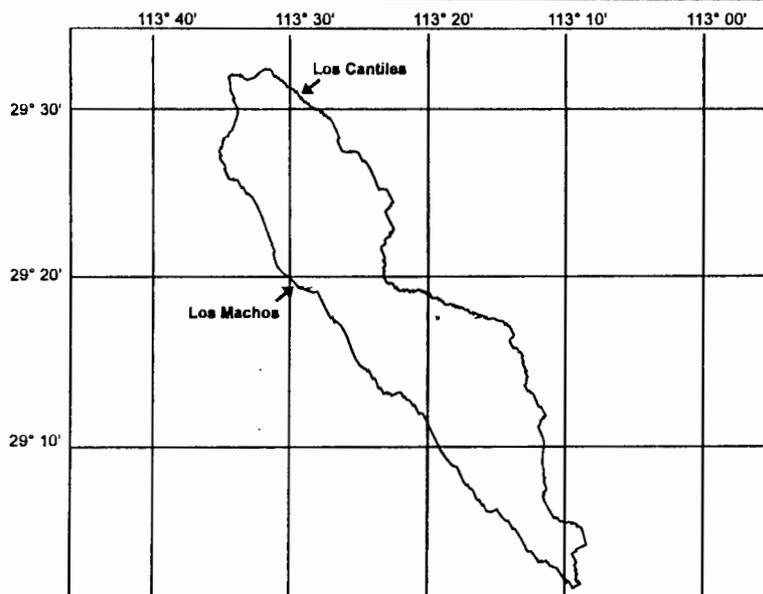


Figura 5. Isla Angel de la Guarda ubicada geográficamente entre los 29° 00' y 29° 40' latitud norte y entre los 113° 00' y 113° 40' longitud oeste. Las flechas señalan las dos loberas: Los Cantiles y Los Machos.

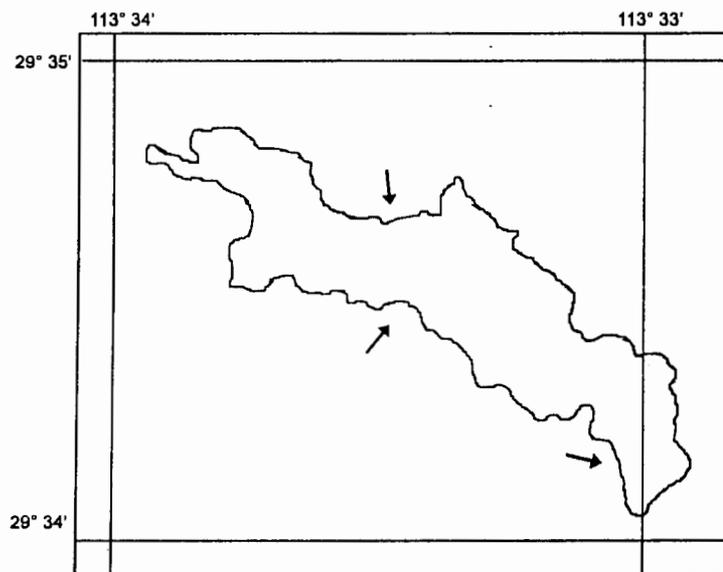


Figura 6. Isla Granito, ubicada entre los 29° 34' y 29° 35' latitud norte y entre los 113° 32' y 113° 34' longitud oeste. Los sitios de recolecta se indican con las flechas negras.

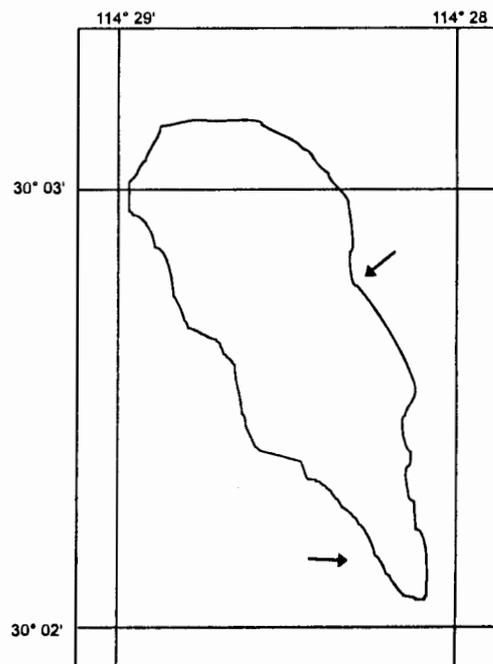


Figura 7. Isla Lobos, ubicada entre los 30° 02' y 30° 04' latitud norte y entre los 114° 28' y 114° 29' longitud oeste. Los sitios de colecta se indican con las flechas negras.

2.2. Censos poblacionales

Con el fin de relacionar la alimentación con la estructura poblacional y estimar el alimento consumido por los lobos marinos se analizaron los datos proporcionados por el Dr. Aurióles de las abundancias correspondientes a cada una de las islas visitadas. Esta información fue obtenida durante las mismas fechas en que se obtuvieron las muestras fecales. El transporte a las islas se hizo en buques de la Armada de México de la Secretaría de Marina. Una vez cerca de la isla correspondiente se utilizaron embarcaciones menores con motores fuera de borda para aproximarse y realizar los censos. Tres o más observadores realizaron los censos y en todas las ocasiones se utilizaron binoculares para hacer los conteos. La población de lobos marinos fue contada considerando las categorías de edad y **sexo** reconocidas por diversos autores (Le Boeuf *et al.*, 1983; Aurióles-Gamboa y Zavala-González, 1994).

Crias: Individuos que tienen menos de un año de edad, **tienden** a presentar un color oscuro o **negro** y su longitud va desde los 72.3 cm **al** nacer hasta una longitud entre los 90 y 100 cm **al** cumplir un año de edad (Le Boeuf *et al.*, 1983; Aurióles-Gamboa, 1988).

Juveniles: Individuos sexualmente inmaduros y que **aún** no pueden ser distinguidos como machos o **hembras**. Fluctúan entre uno y cuatro años de edad. Su talla va desde 1 hasta 1.3 m (Aurióles-Gamboa, 1988).

Hembras adultas: Presentan una **coloración** que tiende a ser café claro y no presentan cresta sagital en el cráneo. Las **hembras adultas** son **mayores** que los juveniles, **pero** menores que los machos adultos. Su longitud fluctúa entre 1.4 y 1.6 m. **Tampoco** presentan un **cuello** tan **robusto** como los machos y su edad va de 5 a los 18 años (Orr *et al.*, 1970; Hernández-Camacho, en preparación).

Machos subadultos: Son individuos cuya talla oscila entre 1.5 y 2.3 m, generalmente son más grandes que las **hembras** **pero** más pequeños que los machos adultos. Son **café** oscuro o **negros**. La cresta sagital craneal aunque no muy desarrollada, ya se alcanza a distinguir, lo que **hace** posible diferenciarlos de las **hembras**. La edad de estos individuos fluctúa entre 5 y 9 años (Peterson y Bartholomew, 1967; Orr *et al.*, 1970).

Machos adultos: Son los individuos más grandes. Su longitud oscila de 2.3 hasta 2.6 metros. Son **oscuros** o **negros** y se distinguen de los machos subadultos por su **tamaño**, por presentar una cresta sagital bien desarrollada y por poseer un **cuello** muy **robusto**. La edad de los machos adultos se sitúa entre 10 y 16 años (Peterson y Bartholomew, 1967; Orr *et al.*, 1970).

En ciertas ocasiones no fue posible distinguir a los individuos y ubicarlos en alguna de las cinco clases descritas debido a que **sólo** se observó parte del **cuerpo** o a que los individuos se arrojaron **al** agua antes de diferenciarlos. Todos estos individuos fueron agrupados en la categoría de misceláneos.

2.3 Recolección de muestras fecales

Los estudios de alimentación del lobo marino de California se **basan** generalmente en la **identificación** de las presas a partir del **análisis** de estructuras duras recuperadas en copros o muestras fecales. Esta **técnica** alternativa **al** **análisis** del contenido estomacal, presenta grandes ventajas ya que no es letal, se invierte poco dinero y esfuerzo y se tiene la posibilidad de obtener una gran **cantidad** de muestras (Pierce y Boyle, 1991). Con

el fin de evitar disturbios en las loberas, en todas las ocasiones, la recolecta de copros se realizo despues de haber hecho el censo. La recolecta de las muestras siempre se realizo en los mismos sitios y los copros que por alguna razon se dejaron en la islas fueron destruidos para evitar que en visitas posteriores se recolectaran. Durante la temporada de reproduccion los lobo marinos forman dos a grupaciones claramente notadas. Una, formada principalmente por hembras, crias y machos adultos reproductores (zona de reproduccion) y otra por machos subadultos y adultos que aun no se aparean (zona de solteros). Con excepci3n de El Rasito, que s3lo se obtuvieron copros en la zona de reproduccion debido a la dificultad por descender en otros sitios de la isla, en todas las loberas las muestras fueron recolectadas tanto de zonas de reproduccion como en zonas de solteros. Se registr3 la fecha, isla y zona de recolecta y para facilitar su traslado, cada copro fue colocado en un frasco de plastico.

En el laboratorio, todas las muestras se secaron a la intemperie para evitar la proliferaci3n de mircroorganismos y para registrar posteriormente el peso seco. Previo al tamizado, los copros fueron puestos en una soluci3n de agua y detergente por algunos d3as para evitar que no se rompieran los restos de las presas y facilitar su recuperaci3n. Todos los copros fueron pasados por tamices con aberturas de 2.00, 1.18, y 0.5 mm. para recuperar los restos identificables de las especies consumidas por el lobo marino.

2.4. Identificaci3n de presas

El reconocimiento de las especies presa se realizo mediante la identificaci3n de los otolitos y de las mand3bulas de los cefalopodos. Los otolitos son estructuras formadas por carbonato de calcio y una proteina llamada otolina que forman parte del oido interno de los peces y son importantes para la identificaci3n debido a que el otolito saggita (uno de los tres tipos que cada pez tiene) presenta caracteristicas unicas que permiten la identificaci3n de cada especie (Fitch y Brownell, 1968; Blacker, 1974) (Fig. 8). La identificaci3n de peces se llevo al cabo comparando los otolitos encontrados con los de tres colecciones de referencia: 1) colecci3n del CICIMAR, 2) Colecci3n del Instituto Tecnol3gico de Estudios Superiores de Monterrey, en Guaymas, Sonora, y 3) Colecci3n del Museo de Historia Natural del Condado de Los 3ngeles. Tambi3n se utilizaron fotograf3as y diagramas encontrados en trabajos

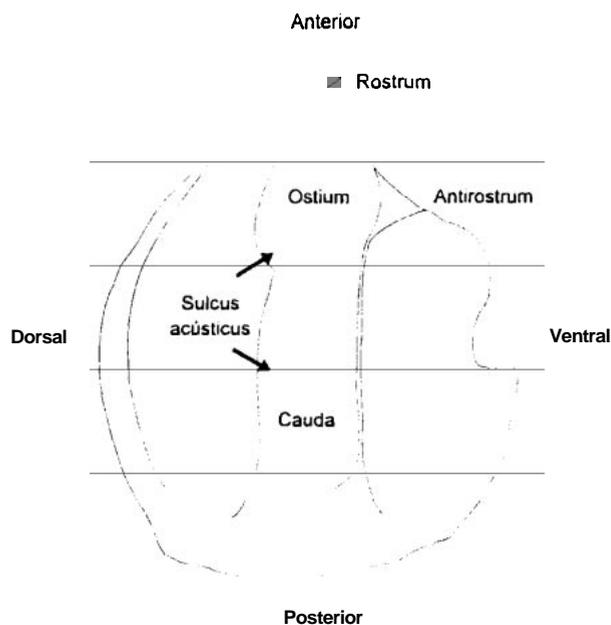


Figura 8. Superficie interna del otolito de *Pronotogrammus eos* (Serranidae) mostrando las partes caracteristicas, principalmente utilizadas en la identificaci3n.

publicados (Fitch, 1966; Fitch y Brownell, 1968).

Las mandíbulas de cefalopodos son estructuras que también han sido ampliamente utilizadas en la identificación de las presas de mamíferos marinos, aves y peces (Morejohn *et al.*, 1978; Clarke, 1985) (Fig. 9). La identificación de los cefalopodos ha sido realizada por Unai Markaida mediante la comparación de las mandíbulas recuperadas con las depositadas en la colección del CICESE, en Ensenada, Baja California. También se utilizaron claves y diagramas publicados por Clarke (1987) y Wolff (1984).

Los otolitos, cristalinos, vertebras, y restos de crustáceos fueron conservados secos en frascos y las mandíbulas en alcohol etílico al 70%.

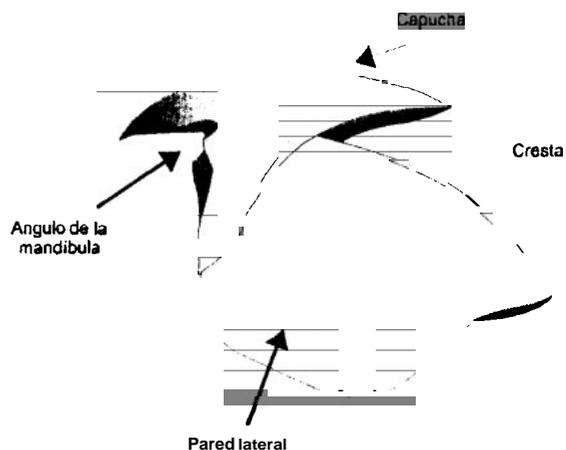


Figura 9. Vista lateral de la mandíbula superior del calamar *Loligo opalescens* (Loliginidae).

2.5. Análisis de los Datos

Se ha definido un índice estableciendo la importancia de un taxón presa en la probabilidad de hallarlo en cualquier copro. De esta manera cada copro fue tratado como unidad de muestreo independiente. Los supuestos en que se basó fueron los siguientes:

- Las presas encontradas en cada copro en términos de las estructuras identificadas representan el cien por ciento del alimento consumido.
- Todos los copros tienen la misma probabilidad de ser elegidos; por lo tanto, todos los individuos que defecan en las zonas de recolecta están representados en el muestreo.

El índice se estima de la siguiente manera

a) Índice de Importancia. Representa la probabilidad de extraer de un conjunto de copros un individuo del taxón i (IIMP $_i$) (anexo I):

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

en donde,

x_{ij} = Número de observaciones del taxón i en el copro j

X_j = Número de estructuras totales identificables en el copro j

u = Numero. de apariciones o copros en donde el taxon i se encontro

U = Numero de unidades de muestreo o copros sobre los cuales se contabilizaron las apariciones

Generalmente, la importancia de las presas ha sido determinada mediante la abundancia relativa. Sin embargo esta representa una medida no estandarizada debido a que no se conoce ni se considera la distribución de las estructuras (otolitos y mandibulas) en la unidades de muestreo (los copros). Si en un solo copro aparecen muchas estructuras de una sola especie, su importancia se generaliza a los demas copros. Aunque nunca se menciona, el uso de la abundancia relativa asume que las presas presentan una distribución uniforme en los copros. Si este índice es utilizado, es importante considerarlo conjuntamente con el porcentaje de aparicion para definir la importancia de la especies.

El IIMP presenta gran similitud con el Índice de Valor Biológico (IVB) (Sanders, 1960) ya que ambos consideran cada unidad de muestreo como independiente y se basan en las sumatorias de las importancias que cada presa presenta en las unidades de muestreo. Los datos de junio de 1995 provenientes de la lobera de San Pedro Martir fueron utilizados con el fin de mostrar las diferencias que pueden obtenerse en los resultados si es usado el IIMP o la abundancia relativa y el porcentaje de aparicion (utilizados comunmente en estudios de alimentacion). El Índice de Valor Biológico fue estimado para mostrar como se correlacionan los otros tres indices con el.

Las estimaciones se hicieron de la siguiente manera:

b) Abundancia relativa (AK):

$$AR_i = \frac{n_i}{N} \times 100$$

en donde,

n_i = No. de organismos del taxon i y N = No. de organismos totales

c) Porcentaje de Aparicion (PO):

$$PO_i = \frac{u}{U} \times 100$$

en donde,

u = Numero de copros en donde ocurre el taxón i

U = Numero de copros totales

El tamaño de la muestra fue evaluado mediante curvas de diversidad (Hurtubia, 1973), las cuales a su vez fueron construidas utilizando los valores de los IIMP. El procedimiento para elaborar las curvas consistió en extraer azarosamente cada copro y calcular después de cada extracción la diversidad a partir de las importancias acumuladas. La diversidad fue estimada mediante el índice de Shannon de la siguiente manera:

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

Para el presente trabajo, p_i representó la suma de las proporciones de la presa i en los copros agrupados.

Los valores de diversidad trófica se graficaron entonces contra el número de copros azarosamente agrupados. El punto en donde la diversidad acumulada se estabiliza, es el punto en donde la incorporación de más copros no cambia el número de especies ni el porcentaje de importancia acumulado lo suficiente como para alterar la incertidumbre de elegir una presa particular. Por lo tanto, se asume que en este punto el tamaño de la muestra es suficiente para representar a la población y que la composición del alimento puede considerarse consecuentemente representativa de la misma (Hoffman, 1978). Asociadas al tamaño de la muestra, las curvas fueron utilizadas también para comparar la diversidad del alimento entre loberas y fechas de muestreo.

La similitud en la composición del alimento entre las loberas se revisó a partir de un Análisis de Grupos. Para la elaboración del dendrograma de asociación se utilizó como descriptor el valor promedio de la importancia de 25 presas principales en los cuatro muestreos. La similitud entre las loberas fue notado mediante las distancias Euclidianas relativas, y la técnica de ligamiento que se utilizó fue la de promedios no ponderado UPGMA (Ludwig y Reynolds, 1988; Módulo Cluster Analysis de Statistica for Windows, 1993).

La comparación de la composición del alimento fue realizada mediante el coeficiente de Correlación de Spearman (r_s) (Fritz, 1974) y los cambios espaciales y temporales de las presas más importantes, fueron evaluados a través de tablas de contingencia al probar la independencia de la frecuencia de aparición con respecto al sitio y fecha mediante la significancia de los valores obtenidos de χ^2 (Cortés, 1997).

La estructura por edad y sexo fue analizada temporal y espacialmente mediante la comparación de las pendientes de las cinco categorías con respecto al total de individuos. Debido a que una Prueba de Pendientes solo tiene sentido cuando los covariantes utilizados están correlacionados con las variables dependientes, previo a cada análisis, se hizo una correlación entre la abundancia de cada categoría y la abundancia de los cuatro meses (comparación temporal) o de las siete loberas (comparación espacial). Los datos de abundancia fueron transformados previo a la prueba de pendientes utilizando el logaritmo base 10 para hacerlos comparables y notar solamente el índice de cambio entre las categorías con respecto al total. De esta manera las diferencias en las magnitudes de abundancia entre las clases de edad no afectan el análisis.

Para determinar la biomasa ingerida por el lobo marino de California, se utilizaron los datos de abundancia presentados en este trabajo, y los valores de consumo de cada categoría de edad y sexo aplicados en trabajos previos (Aurioles-Gamboa, 1990; Zavala-Gonzalez, 1993). A los juveniles se les asignó una ingestión aproximadamente de 4.1 kg/día, a las hembras lactantes de 8.2 kg/día, a las hembras sin crías de 6.8 kg/día, a los machos subadultos de 13 kg/día y a los machos adultos 16.2 kg/día. Ya que es muy probable que los misceláneos representen principalmente juveniles y hembras, debido a que son los más numerosos y es difícil

diferenciarlos en el mar o cuando se encuentran entre las rocas mostrando solamente parte de sus cuerpos, se les ha asignado una ingestion diaria de 6.4 kg, que representa el promedio del consumo de juveniles y de hembras.

Para realizar las estimaciones, se partio del supuesto de que la información obtenida a partir de los cuatro censos, representa a la poblacion en un ciclo anual, en cuanto a aspectos de alimentacion, abundancia y estructura poblacional.

Para estimar la biomasa anual consumida en cada lobera, se estimo primero el consumo anual de cada categoria de la siguiente manera:

$$BACtl = \frac{\sum_{j=1}^m TI_t N_{tj}}{m} \times 365$$

en donde,

$BACtl$ = Biomasa anual consumida por la categoria t en la lobera l

TI_t = Tasa de ingestion diaria de la categoria t

N_{tj} = Numero de individuos de la categoria t en el mes j

m = Numero de meses de muestreo

Luego, los consumos de todas categoria fueron sumados

Para estimar el consumo anual para cada presa se realizaron los siguientes pasos:

a) Se calculo la Biomasa Total Consumida en la lobera l en el mes j ($BTClj$)

$$BTClj = \sum_{t=1}^c TI_t N_{tj}$$

en donde,

c = Numero de categorias

TI_t y N_{tj} fueron definidos previamente.

b) Luego, se estimo la Biomasa Consumida Diaria de la presa i en la lobera l ($BCDi_l$)

Parte proporcional del alimento consumido en cada mes le fue asignada a cada una de las presas en funcion del IIMP. Posteriormente se promediaron los cuatro valores correspondientes a cada muestreo.

$$BDCil = \frac{\sum_{j=1}^m BTClj \cdot IIMPilj}{m}$$

en donde,

$IIMPilj$ es la importancia de la presa i en la lobera l durante el mes j

c) Finalmente, se estimo la Biomasa Anual Consumida de la presa i ($BACi$) mediante la siguiente formula

$$BACi = \sum_{l=1}^L BACil \times 365$$

en donde,

L = Numero de loberas estudiadas

3

Resultados

3.1. Alimentación

Identificación e importancia de presas

Se revisaron 1273 copros de lobo marino de California, recolectados de junio de 1995 a mayo de 1996 (Tabla 1). Los peces fueron los más importantes numéricamente ya que de las 5242 estructuras recuperadas, 4995 (95.3%) fueron otolitos y 247 (4.7%) mandíbulas de cefalópodos (Fig. 10). La importancia de los crustáceos solo se midió a partir del porcentaje de aparición, debido a que no fue posible reconocer individuos a partir de los restos encontrados en los copros. Los peces presentaron también el mayor porcentaje de aparición. En 1240 copros (97.4%) se encontraron restos de peces, en 142 (11.2%) restos de cefalopodos y en 162 (12.7%) restos de crustáceos (Fig. 11).

La importancia relativa y el porcentaje de aparición de los peces fueron también mayores en cada una de las fechas muestreadas (Fig. 12).

Tabla 1. Número de muestras fecales del lobo marino de California analizado para cada lobera y cada mes.

	Junio de 1995	Sept. de 1995	Enero de 1996	Mayo de 1996	Total
San Pedro Mártir	22	33	88	29	172
San Esteban	50	66	91	67	274
El Rasito	11	56	58	25	150
Los Cantiles	20	58	47	35	160
Isla Granito	24	20	41	19	104
Los Machos	39	32	36	0	107
Isla Lobos	72	139	72	23	306
TOTAL	238	404	433	198	1273

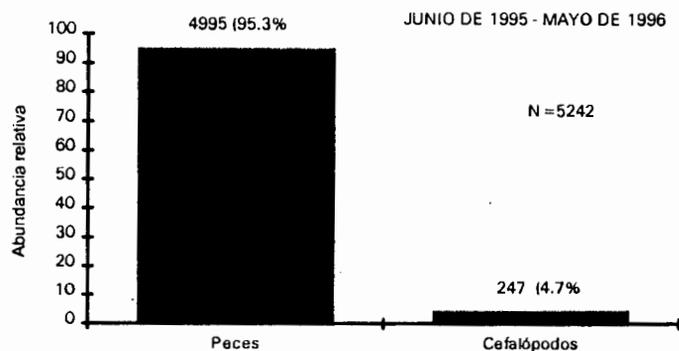


Figura 10. Importancia de peces y cefalópodos con base en el número de estructuras recuperadas en las siete loberas durante las cuatro salidas realizadas.

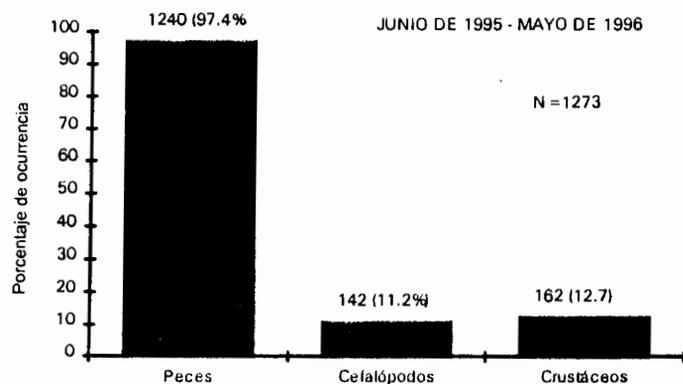


Figura 11. Importancia de peces, cefalópodos y crustáceos con base en el porcentaje de aparición en todos los copros recolectados.

Fueron reconocidos cuando menos 112 tipos de presas diferentes. Algunas, debido a que no fueron identificadas, se les asignó una clave, que en algunas ocasiones consistió en las tres primeras letras de la lobera en donde fueron halladas por primera vez, la fecha y un número consecutivo dentro de cada recolecta. En otros casos se reconocieron con las cuatro primeras letras de la familia o grupo al cual pertenecían, más el número que las identificaba. Se reconocieron 13 cefalópodos, cuando menos un crustáceo y 98 peces (Tabla 2).

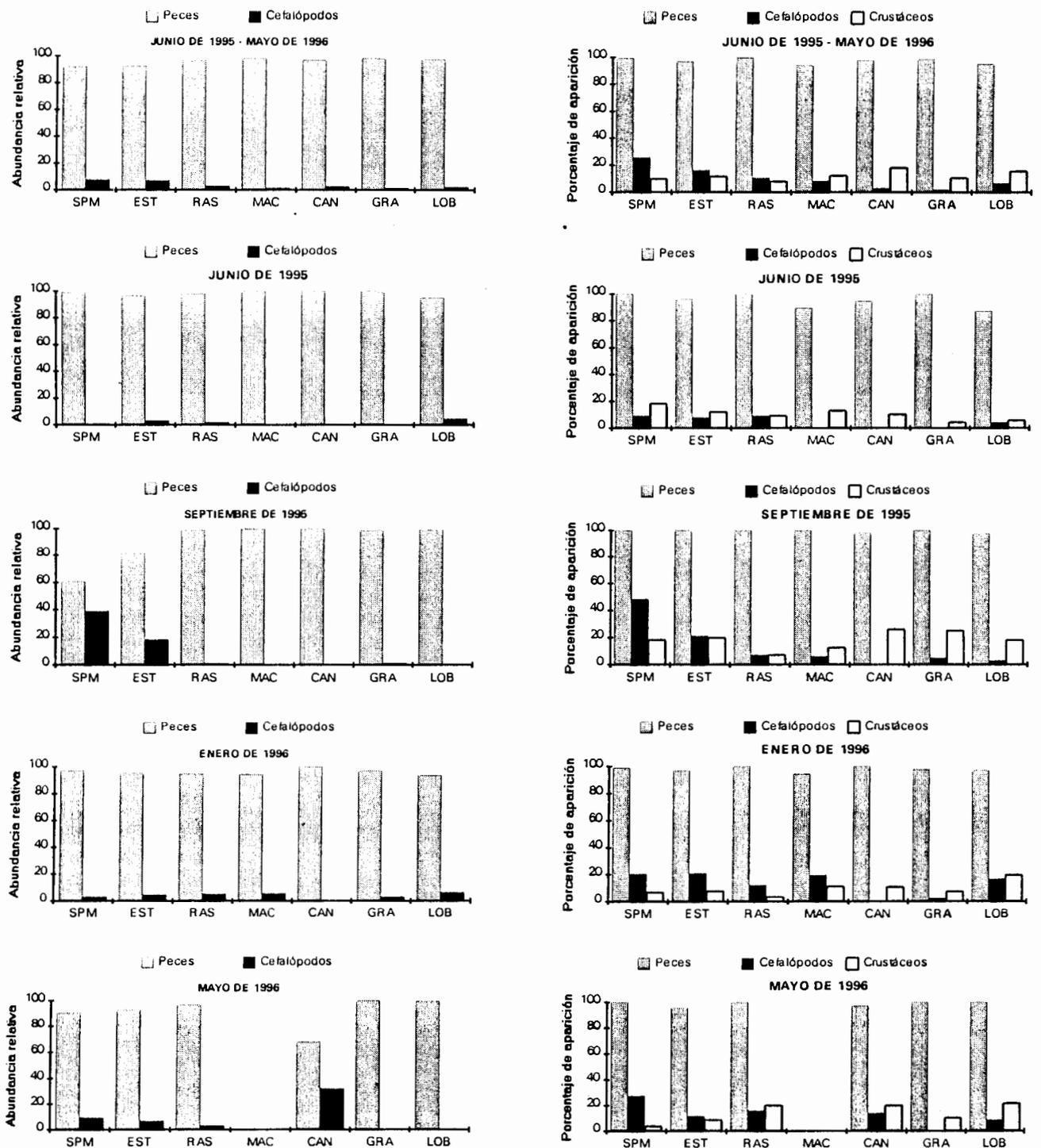


Figura 12. Importancia de peces, cefalópodos y crustáceos con base en la abundancia relativa (lado izquierdo) y el porcentaje de aparición (lado derecho) para el total de los datos y para cada una de las fechas de recolecta.

Tabla 2. Presas identificadas del lobo marino de California para las loberas de San Pedro Mártir, San Esteban, El Rasito, Los Cantiles, Isla Granito, Los Machos e Isla Lobos de junio de 1995 a mayo de 1996.

ESPECIE	GRUPO	CLASE	ESPECIE	GRUPO	CLASE
CEPH?	?	Cefalopodos	<u>MAC0695-2</u>	MAC0695-2	Peces
CEPHA	Oegopsidae	Cefalopodos	MAC0995-2	MAC0995-2	Peces
CEPHB	Oegopsidae	Cefalopodos	<i>Merluccius productus</i>	Merlucciidae	Peces
CEPHC	Oegopsidae	Cefalópodos	<i>Merluccius</i> sp	Merlucciidae	Peces
CEPHD	Oegopsidae	Cefalopodos	<i>Micropogonias ectenes</i>	Sciaenidae	Peces
CEPHF	Oegopsidae	Cefalopodos	<i>Mugil cephalus</i>	Mugilidae	Peces
<i>Dosidicus gigas</i>	Ommastrephidae	Cefalopodos	MYCTM	Myctophidae	Peces
<i>Gonatus berryi</i>	Gonathidae	Cefalopodos	NOID4	NOID4	Peces
<i>Histioteuthis heteropsis</i>	Histioteuthidae	Cefalopodos	NOIDM	NOIDM	Peces
CRANC1	Enoploteuthidae	Cefalópodos	<i>Ophidion scrippsae</i>	Ophidiidae	Peces
<i>Loliolopsis dionredeae</i>	Loliginidae	Cefalopodos	OPHIM	Ophidiidae	Peces
<i>Octopus sp1</i>	Octopodidae	Cefalopodos	<i>Orthopristis reddingi</i>	Haemulidae	Peces
<i>Octopus sp2</i>	Octopodidae	Cefalopodos	<i>Paralabrax auroguttatus</i>	Serranidae	Peces
Restos de crustaceo	Crustaceos	Crustaceos	<i>Paralabrax sp1</i>	Serranidae	Peces
<i>Apogon retrosella</i>	Apogonidae	Peces	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	Serranidae	Peces
<i>Argentina sialis</i>	Argentinidae	Peces	<i>Paranthias colonus</i>	Serranidae	Peces
<i>Balistes polylepis</i>	Balistidae	Peces	<i>Peprilus snyderi</i>	Stromateidae	Peces
<i>Bodianus diplotaenia</i>	Labridae	Peces	<i>Physiculus nematopus</i>	Moridae	Peces
<i>Bollmannia</i> sp	Gobiidae	Peces	<i>Physiculus</i> sp	Moridae	Peces
<i>Caelorinchus scaphopsis</i>	Macrouridae	Peces	<i>Pontinus</i> sp	Scorpaenidae	Peces
<i>Calamus brachysomus</i>	Sparidae	Peces	<i>Porichthys</i> sp	Batrachoididae	Peces
CAN0995-1	CAN0995-1	Peces	<i>Porichthys</i> sp1	Batrachoididae	Peces
CAN0995-2	CAN0995-2	Peces	TRIGM	Triglidae	Peces
CARAM	Carangidae	Peces	<i>Prionotus</i> sp	Triglidae	Peces
<i>Caulolatilus affinis</i>	Malacanthidae	Peces	<i>Prionotus stephanophrys</i>	Triglidae	Peces
<i>Cetengraulis mysticetus</i>	Engraulidae	Peces	<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>	Serranidae	Peces
<i>Citharichthys sp1</i>	Paralichthyidae	Peces	RASO196-1	RASO196-1	Peces
<i>Cynoscion reticulatus</i>	Sciaenidae	Peces	RASO196-2	RASO196-2	Peces
<i>Engraulis mordax</i>	Engraulidae	Peces	RAS0995-1	RAS0995-1	Peces
EST0196-1	EST0196-1	Peces	RAS0995-2	RAS0995-2	Peces
EST0196-2	EST0196-2	Peces	RAS0995-3	RAS0995-3	Peces
EST0596-1	EST0596-1	Peces	<i>Sardinops caeruleus</i>	Clupeidae	Peces
EST0596-2	EST0596-2	Peces	SCIAM	Sciaenidae	Peces
EST0695-3	EST0695-3	Peces	<i>Scomber japonicus</i>	Scombridae	Peces
EST0695-6	EST0695-6	Peces	SCORM	Scorpaenidae	Peces
EST0695-7	EST0695-7	Peces	<i>Scorpaena sonorae</i>	Scorpaenidae	Peces
EST0995-3	EST0995-3	Peces	<i>Sebastes exsul</i>	Scorpaenidae	Peces
<i>Euclostomus</i> sp	Gerreidae	Peces	<i>Sebastes macdonaldi</i>	Scorpaenidae	Peces
GRA0196-2	GRA0196-2	Peces	<i>Sebastes sinesis</i>	Scorpaenidae	Peces
GRA0196-3	GRA0196-3	Peces	<i>Selar crumenophthalmus</i>	Carangidae	Peces
<i>Haemulon flaviguttatum</i>	Haemulidae	Peces	SERRM	Serranidae	Peces
<i>Haemulopsis leuciscus</i>	Haemulidae	Peces	SPMO196-1	Ophidiidae	Peces
<i>Hemanthias peruanus</i>	Serranidae	Peces	SPMO196-2	SPMO196-2	Peces
<i>Hemanthias</i> sp	Serranidae	Peces	SPM0695-1	Myctophidae	Peces

Tabla 2 (Cootiouacibo)

ESPECIE	FAMILIA	GRUPO	ESPECIE	FAMILIA	GRUPO
<i>Larimus</i> sp	Sciaenidae	Peces	SPM0995-2	SPM0995-2	Peces
<i>Lepophidium prorates</i>	Ophidiidae	Peces	SPM0995-3	SPM0995-3	Peces
<i>Lepophidium</i> sp1	Ophidiidae	Peces	<i>Strongylura exilis</i>	Belonidae	Peces
LOB0995-10	LOB0995-10	Peces	<i>Symphurus</i> sp	Cynoglossidae	Peces
LOB0995-11	LOB0995-11	Peces	<i>Synodus</i> sp	Synodontidae	Peces
LOB0995-12	LOB0995-12	Peces	<i>Synodus</i> sp1	Synodontidae	Peces
LOB0995-2	LOB0995-2	Peces	<i>Synodus</i> sp2	Synodontidae	Peces
LOB0995-5	LOB0995-5	Peces	<i>Synodus</i> sp3	Synodontidae	Peces
LOB0995-7	Ophidiidae	Peces	<i>Synodus</i> sp4	Synodontidae	Peces
LOB0995-8	LOB0995-8	Peces	<i>Trachurus symmetricus</i>	Carangidae	Peces
MAC0196-1	MAC0196-1	Peces	<i>Trichiurus lepturus</i>	Trichiuridae	Peces
MAC0695-1	MAC0695-1	Peces	<i>Uroconger varidens</i>	Congridae	Peces

Los valores de importancia calculados por los tres índices estuvieron correlacionados con los valores de importancia obtenidos mediante el IVB ($\bar{r}= 0.80$, $P \leq 0.0004$; $r= 0.99$, $P \leq 0.0004$ y $r= 0.97$, $P \leq 0.0004$, respectivamente para la AR, PO y IIMP) (Fig. 3). Sin embargo, los residuos obtenidos a partir de las correlaciones con el PO y el IIMP, fueron los únicos que tendieron a la homoscedasticidad. Los residuos estandarizados resultantes de la relación con la AR, parecieron indicar que la regresión lineal fue un modelo inapropiado para describir la relación entre este índice y el IVB (Zar, 1996).

■

Cambios espacio-temporales en la composición alimentaria.

Para cada lobera, se estimaron las curvas de diversidad para evaluar la representatividad del tamaño de la muestra. En casi todos los casos, como puede notarse en la figura 14, la diversidad se estabiliza con el número de copros analizados. Sin embargo, en El Rasito (junio), en Los Cantiles, (junio, enero y mayo), y en Isla Granito (junio), los valores no se estabilizaron y las curvas no presentan un comportamiento bien definido.

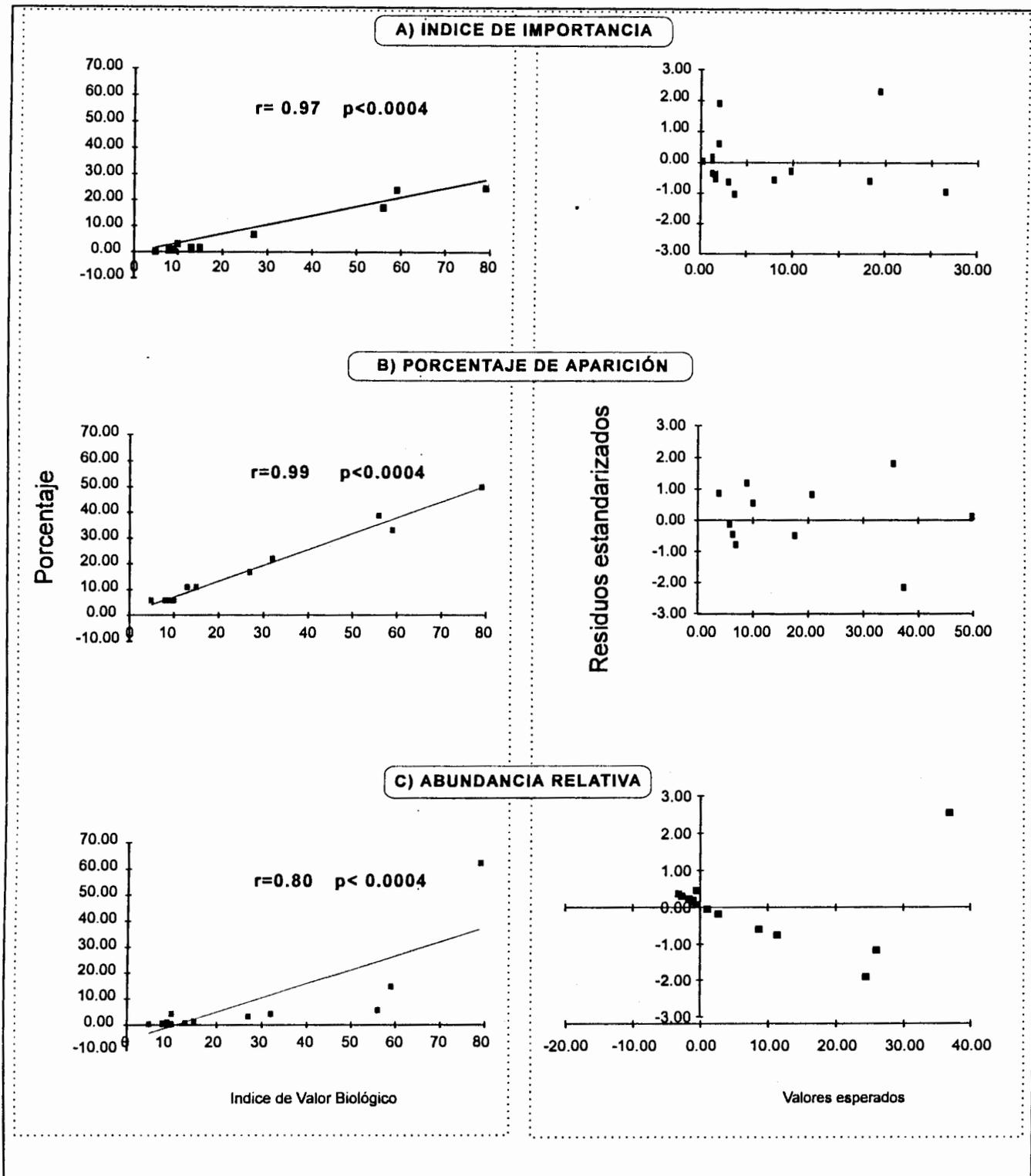


Figura 13. Relación entre el Índice de Importancia, la Abundancia Relativa, y el Porcentaje de Aparición con respecto al IVB encontrado a partir de los datos provenientes de junio de 1995 de la lobera de San Pedro Mártir.

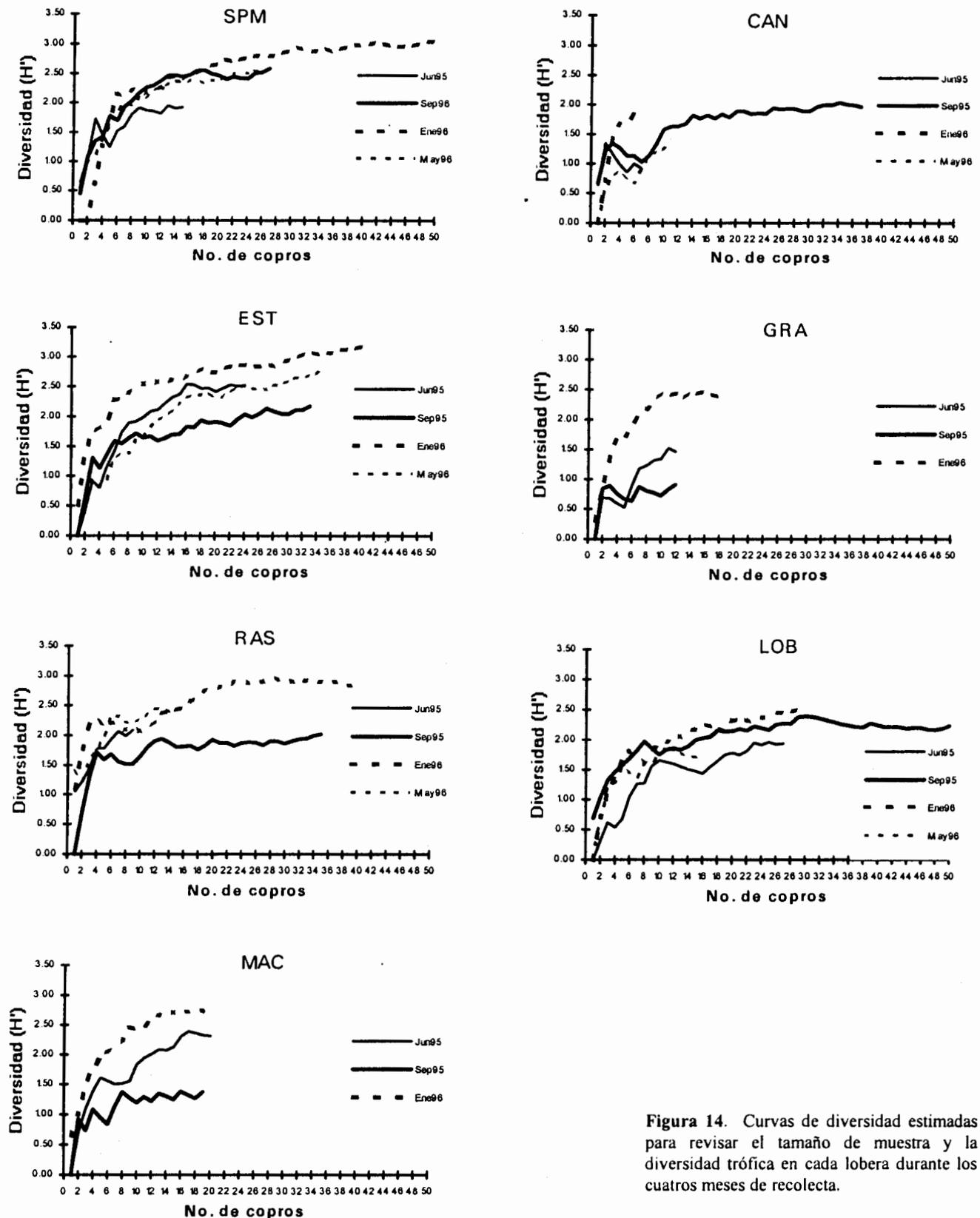


Figura 14. Curvas de diversidad estimadas para revisar el tamaño de muestra y la diversidad trófica en cada lopera durante los cuatro meses de recolecta.

Para la comparación espacial y temporal del alimento, se consideraron en el análisis estadístico, únicamente aquellas presas que presentaron, al menos para una ocasión, un IIMP igual o mayor al 10% (presas principales). Utilizando este criterio se reconocieron 25 tipos de presas. No se encontró correlación significativamente positiva en los rangos de importancia de las presas entre ningún par de loberas durante junio, septiembre, enero y mayo ($p \geq 0.083$). En el anexo II se muestra todas las presas reconocidas del lobo marino por lobera y fecha.

San Pedro Martir. La alimentación del lobo marino de California en San Pedro Martir varió temporalmente ($P > 0.397$). Los únicos meses en donde no se encontró diferencia, de acuerdo con el coeficiente de correlación de Spearman, fueron entre enero y mayo de 1996 ($r_s = 0.64$, $P = 0.002$). En junio, las presas principales fueron *Engraulis mordax* (29.7%), SPM0695-1 (29.0%) y *Porichthys* sp (11.2%). En septiembre, la alimentación estuvo representada principalmente por CRANCI (27.3%), SPM0695-1 (10.5%) y *Sebastes macdonaldi* (10.4%). Llama la atención el bajo número de presas principales registradas durante enero. Solamente fue considerada como presa principal en este mes a *Haeumulopsis leuciscus* (16.7%). En mayo, volvió a notarse el importante papel de SPM0695-1 (20.5%) en el alimento. También en este mes *Porichthys* sp (15.5%) y *Prionotus stephanophrys* (10.9%), fueron presas principales (Tabla 3).

La variación temporal de la alimentación en San Pedro Martir no parece involucrar cambios fuertes en la dominancia de las presas. El número de presas principales, con excepción de enero, fue el mismo en tres meses. A partir de las curvas de diversidad fue posible notar que las tendencias en los valores de diversidad, mostraron una estructura alimentaria similar en los cuatro meses de recolecta. La diversidad encontrada aparentemente no indicó cambios notorios en la dominancia de las presas a lo largo del año, con excepción de junio de 1995, en donde la curva tendió a estar ligeramente por abajo de las demás, (Fig. 14).

Tabla 3. Importancia de las presas principales encontrada a partir de las recolectas realizadas de junio de 1995 a mayo de 1996 en San Pedro Martir.

PRESAS	Junio de 1995	Septiembre de 1995	Enero de 1996	Mayo de 1996
<i>Engraulis mordax</i>	29.7		2.1	0.5
SPM0695-1	29.0	10.5	9.0	20.5
<i>Porichthys</i> sp	11.2	2.0	6.8	15.5
<i>Prionotus stephanophrys</i>	0.6	3.3	3.3	10.9
CRANCI		27.3	0.8	
<i>Sebastes macdonaldi</i>		10.4		
<i>Haeumulopsis leuciscus</i>			16.7	6.0

San Esteban. En San Esteban la alimentación fue diferente a lo largo del año. No se encontró ninguna correlación significativamente positiva en los rangos de las importancias de las presas entre los meses ($P \geq 0.41$). En junio, las presas principales fueron *Trichiurus lepturus* (24.9%) y *Sardinops caeruleus* (10.0%), y en septiembre *Sardinops caeruleus* (34.1%), CRANCI (16.9%) y SPM0695-1 (11.8%). Ninguna presa fue considerada principal en enero (todas presentaron un IIMP menor al 10%). SPM0695-1 (18.8%), EST0596-1 (11.0%) y MYCTG (10.9%) fueron las presas principales en mayo (Tabla 4).

Los cambios en la diversidad del alimento fueron más notorios en San Esteban que en San Pedro Mártir. En junio de 1995 y mayo de 1996 las tendencias de las curvas fueron muy similares mientras que entre septiembre de 1995 y enero de 1996 se presentaron diferencias notorias (Fig. 14). La mayor diversidad en enero representa la baja importancia de pocas presas en particular. Asimismo, se observó que en este mes, ninguna presa presentó un IIMP mayor o igual al 10%. Lo contrario sucedió en septiembre, cuando se reflejó la mayor dependencia que tuvieron los lobos marinos por pocas presas, entre las cuales *Sardinops caeruleus* fue la que presentó el valor más alto.

Tabla 4. Importancia de las presas principales encontrada a partir de las recolectas realizadas de junio de 1995 a mayo de 1996 en San Esteban.

PRESAS	Junio de 1995	Septiembre de 1995	Enero de 1996	Mayo de 1996
<i>Trichiurus lepturus</i>	24.9	3.4		3.0
<i>Sardinops caeruleus</i>	10.0	34.1		4.2
MYCTG	9.2	3.4	4.3	10.9
SPM0695-1	2.8	11.8	8.9	18.8
CRANCI		16.9		
<i>Sebastes macdonaldi</i>		2.1	9.7	1.4
EST0596-1			1.7	11.0

El Rasito. El coeficiente de correlación de Spearman no mostró una correlación significativamente positiva entre los rangos de las importancias de las presas través del tiempo ($P > 0.21$) excepto para los datos de enero y mayo ($r_s = 0.66$, $P = 0.005$). En junio, las presas principales fueron *Porichthys* sp, (26.2%), *Scomber japonicus*, (13.8%), *Pontinus* sp (11.5%), *Octopus* sp1 (11.5) y un grupo de mictófidios MYCTG (16.4%); en septiembre, *Sardinops caeruleus* (40.1%) y *Trachurus symmetricus* (22.0%); en enero, también fueron consideradas como principales SPM0695-1 (21.4%) y *Caelorinchus scaphopsis* (13.5%); y en mayo, *Trachurus symmetricus* (23.4%), *Pontinus* sp (10.9%), *Caelorinchus scaphopsis* (10.5%) y MYCTG (16.4%) (Tabla 5).

La diversidad encontrada en El Rasito muestra un comportamiento similar al de San Esteban (Fig. 14). A pesar de que las curvas encontradas en junio de 1995 y mayo de 1996 no son tan concluyentes debido al tamaño de muestra, se observan tendencias similares y ambas parecen representar una diversidad menor o parecida a la de enero, pero mayor que la de septiembre. Como en San Esteban, la estructura alimentaria encontrada en el Rasito indica que las presas principales halladas en septiembre parecen tener un papel más importante para el lobo marino de California que las encontradas en otras fechas, sobre todo que las registradas en enero. Esto se observa por las diferencias claras en las curvas de diversidad entre septiembre y enero.

Tabla 5. Importancia de las presas principales encontrada a partir de las recolectas realizadas de junio de 1995 a mayo de 1996 en El Rasito

PRESAS	Junio de 1995	Septiembre de 1995	Enero de 1996	Mayo de 1996
<i>Porichthys</i> sp	26.2	4.0	2.3	
MYCTG	16.4	1.5	8.1	16.4
<i>Scomber japonicus</i>	13.8	3.2	3.7	2.5
<i>Pontinus</i> sp	11.5	5.1	4.1	10.9
<i>Octopus</i> sp1	11.5		2.9	7.7
SPM0695-1	6.6	5.1	21.4	6.8
<i>Sardinops caeruleus</i>	1.6	40.1	0.9	7.3
<i>Trachurus symmetricus</i>		22.0	5.0	23.4
<i>Caelorinchus scaphopsis</i>		3.6	13.5	10.5

Los Machos. Los resultados obtenidos para la lobera de Los Machos no contemplan información de mayo, debido a que en esta fecha no fue recolectado ningún copro. En los otros meses, la alimentación que se encontró mostró cambios a través del tiempo. En todas las ocasiones las correlaciones de los rangos de importancia de las presas entre los meses fueron muy débiles y ninguna fue positiva y estadísticamente significativa ($P > 0.26$). *Sardinops caeruleus* (21.0%), *Scomber japonicus* (19.0%), *Merluccius* sp (15.4%) y *Trichiurus lepturus* (11.7%) fueron las presas principales encontradas en junio. *Sardinops caeruleus* fue la única presa que en septiembre presentó un IIMP mayor al 10%; su importancia (64.1%) dominó por mucho a la de las otras presas. En enero *Sardinops caeruleus* apareció nuevamente, sin embargo su importancia fue menor que en el mes anterior (16.8%). Otras presas integraron de manera principal al alimento del lobo marino: *Sebastes macdonaldi* (11.3%) y *Scomber japonicus* (10.9%) (Tabla 6).

En los Machos, la mayor diversidad se registró en enero y de la misma manera que en San Esteban y El Rasito, la diversidad fue menor en septiembre cuando *Sardinops caeruleus* fue la presa más importante (Fig. 14). Como se indicó anteriormente, esta presa también se registró en enero, sin embargo su importancia (16.8%) fue menor que en septiembre (64.1%). La diversidad registrada en junio fue también menor que la de enero y mayor que la de septiembre.

Tabla 6. Importancia de las presas principales encontradas a partir de las recolectas realizadas de junio de 1995 a mayo de 1996 en Los Machos.

PRESAS	Junio de 1995	Septiembre de 1995	Enero de 1996	Mayo de 1996
<i>Sardinops caeruleus</i>	21.0	64.1	16.8	-
<i>Scomber japonicus</i>	19.0		10.9	-
<i>Merluccius</i> sp	15.4		8.2	-
<i>Trichiurus lepturus</i>	11.7	5.4		-
<i>Sebastes macdonaldi</i>	1.8		11.3	-

Los Cantiles. Los componentes alimentarios encontrados en las cuatro fechas fueron significativamente diferentes, de acuerdo con el coeficiente de correlación de Spearman ($P > 0.14$). Las presas consideradas como principales en junio fueron: *Porichthys* sp (66.7%) y *Trichiurus lepturus* (22.2%); en septiembre: *Trichiurus lepturus* (38.2%), SPM0695-1 (17.6%) y *Porichthys* sp (15.5%); en enero: *Sardinops caeruleus* (19.0%), *Engraulis mordax* (14.3%), CAN0995-2 (14.3%), *Lepophidium* sp1 (14.3%), un grupo de escianidos catalogados como SCIAG (14.3%) y otro grupo de presas cuya familia no se reconoció NOIDM (19.0%). En mayo: *Trichiurus lepturus* (53.1%) y *Loliolopsis diomedea* (21.1%) (Tabla 7).

Con excepción de septiembre, los resultados encontrados en la figura 14 no muestran una tendencia clara de las curvas de diversidad. En enero, sin embargo, es posible, que la diversidad no sea menor que la de septiembre, tal como sucedió en San Esteban, El Rasito y Los Machos. Es importante resaltar que a diferencia de las tres loberas anteriores, la presa principal en septiembre no fue *Sardinops caeruleus*, sino *Trichiurus lepturus* y en enero, cuando *Sardinops caeruleus* fue la presa más importante, la diversidad pareció ser mayor que la de septiembre.

Tabla 7. Importancia de las presas principales encontrada a partir de las recolectas realizadas de junio de 1995 a mayo de 1996 en Los Cantiles.

PRESAS	Junio de 1995	Septiembre de 1995	Enero de 1996	Mayo de 1996
<i>Porichthys</i> sp	66.7	15.5		
<i>Trichiurus lepturus</i>	22.2	38.2		53.1
<i>Engraulis mordax</i>	3.7	0.4	14.3	
SPM0695-1		17.6	4.8	
<i>Sardinops caeruleus</i>		6.8	19.0	
CAN0995-2		0.9	14.3	
NOIDM		0.9	19.0	
SCIAG			14.3	
<i>Lepophidium</i> sp1			14.3	
<i>Loliolopsis diomedea</i>				21.1

Isla Granito. Al igual que en las demás loberas, la alimentación del lobo marino de California en Isla Granito mostró variación a través del año. Los rangos de la importancia de las presas fueron significativamente diferentes entre fechas ($P > 0.20$). En junio, se reconocieron como presas principales a *Engraulis mordax* (49.3%) y *Trichiurus lepturus* (22.0%). En septiembre nuevamente a *Trichiurus lepturus* (70.1%), y *Porichthys* sp (18.2%) apareció en segundo lugar. Tres presas principales fueron detectadas en enero: *Citharichthys* sp1 (21.7%), *Sardinops caeruleus* (18.7%) y MYCTG (12.6%). *Trichiurus lepturus* fue la única presa se encontró en mayo, por lo que presentó el IIMP más elevado (100%) (Tabla 8).

Las curvas de diversidad estimadas en Isla Granito revelan una tendencia similar a la de las cuatro loberas anteriores (Fig. 14). La mayor diversidad se presentó en enero, la menor en septiembre y una intermedia en junio. Sin embargo, a diferencia de lo encontrado en San Esteban, El Rasito y Los Machos, la presa principal en septiembre no fue *Sardinops caeruleus* sino *Trichiurus lepturus* como en Los Cantiles. En mayo no se estimó la diversidad debido a que solamente apareció una presa.

Tabla 8. Importancia de las presas principales encontrada a partir de las recolectas realizadas de junio de 1995 a mayo de 1996 en Isla Granito.

PRESAS	Junio de 1995	Septiembre de 1995	Enero de 1996	Mayo de 1996
<i>Engraulis mordax</i>	49.3	7.8		
<i>Trichiurus lepturus</i>	22.0	70.1	2.0	100.0
MYCTG	1.7	1.1	12.6	
<i>Sardinops caeruleus</i>	0.9		18.7	
<i>Porichthys</i> sp	0.5	18.2	4.6	
<i>Citharichthys</i> sp1			21.7	

Isla Lobos. En este sitio, la alimentación también mostró variaciones a lo largo del año. Sin embargo, los cambios encontrados tendieron a ser menores que en otras loberas. De acuerdo con el análisis del coeficiente de correlación de Spearman entre enero y junio y entre enero y mayo, la alimentación no mostró ser diferente significativamente ($r_s=0.56$, $P = 0.049$; y $r_s=0.59$, $P = 0.045$, respectivamente). *Cetengraulis mysticetus* (32.7%) y *Trichiurus lepturus* (25.2%) fueron las presas principales en enero. En septiembre además de *Trichiurus lepturus* (27.7%), también se reconocieron como importantes *Peprilus snyderi* (23.5%) y *Porichthys* sp (10.3%). Las presas identificadas en las enero y mayo fueron muy similares a las anteriores. En enero aparecieron *Porichthys* sp (23.2%), *Trichiurus lepturus* (15.8%) y *Loliolopsis diomedea* (11.6%) y en mayo *Cetengraulis mysticetus* (27.8%) y nuevamente *Porichthys* sp (35.5%) y *Trichiurus lepturus* (14.3%) (Tabla 9).

Similar a las tendencias encontradas en San Pedro Mártir, la diversidad alimentaria en Isla Lobos, no mostró cambios notorios a través del tiempo (Fig. 14). Entre junio y enero se notan diferencias, sin embargo son menos evidentes que las encontradas en otros sitios..

Tabla 9. Importancia de las presas principales encontrada a partir de las recolectas realizadas de junio de 1995 a mayo de 1996 en Isla Lobos.

PRESAS	Junio de 1995	Septiembre de 1995	Enero de 1996	Mayo de 1996
<i>Cetengraulis mysticetus</i>	32.7	0.1	6.8	27.8
<i>Trichiurus lepturus</i>	25.2	27.7	15.8	14.3
<i>Porichthys</i> sp	9.0	10.3	23.2	35.5
<i>Loliolopsis diomedea</i>	4.9	2.2	11.6	3.5
<i>Peprilus snyderi</i>		23.5	5.2	

A pesar de que la alimentación del lobo marino de California en las diferentes loberas mostro cambios temporales cuantitativos, muchas de las presas consideradas principales, fueron en más de una ocasión alimento de este pinnípedo. En San Pedro Martir, las presas que presentaron un IIMP $\geq 10\%$ fueron siete y tres de ellas (SPM0695-1, *Porichthys* sp, *Prionotus stephranophrys*) aparecieron en todas las recolectas (Tabla 3). Al igual que en San Pedro Martir, la alimentación en San Esteban estuvo representada principalmente por siete presas, dos de las cuales MYCTG y SPM0695-1 (ambos mictofidos) fueron las únicas que se encontraron en todas las ocasiones (Tabla 4). En El Rasito además de los mictofidos (MYCTG y SPM0695-1), se registraron también en las cuatro recolectas *Sardinops caeruleus*, *Scorpaenopsis japonicus* y *Pontinus* sp (Tabla 5). En Los Machos se realizaron únicamente tres recolectas, y ninguna presa apareció de manera principal en todas las ocasiones, excepto *Sardinops caeruleus*, reflejando su gran importancia en la región (Tabla 6). En Los Cantiles ninguna presa principal mantuvo una importancia superior al 10% en las cuatro recolectas; sin embargo la importancia de *Trichiurus lepturus*, fue muy clara, ya que se presentó en tres fechas y en todas ellas su importancia fue mayor al 20% (Tabla 7). La importancia de *Trichiurus lepturus* fue también notoria en Isla Granito, en donde fue la única presa que apareció en las cuatro ocasiones (Tabla 8). Esta especie parece ser una de las presas más importantes del lobo marino de California en la región comprendida entre Los Cantiles e Isla Lobos, ya que en esta última localidad también apareció en las cuatro recolectas y en todas ellas fue considerada presa principal, es decir su IIMP fue mayor al 10%. La frecuencia de otras presas principales en esta lobera fue también alta y con excepción de *Peprilus snyderi*, las demás presas principales (*Ceiegraulis mysticetus*, *Porichthys* sp y *Loliolopsis diomedae*) aparecieron también en los cuatro meses muestrados (Tabla 9).

Es claro, que a pesar de encontrar variación en la alimentación del lobo marino a lo largo del año, se distinguen presas que parecen ser comunes de cada lobera. También se observa una tendencia por encontrar presas similares en loberas cercanas. Además de la revisión cualitativa, relacionada con el análisis del número de fechas en que aparecieron las presas, se calculó el promedio de los valores mensuales de las 25 presas principales para analizar en conjunto la alimentación en cada lobera y para notar las presas representativas y sus variaciones espaciales y temporales.

En general, se observan dos aspectos importantes, a) la diferencia de diversidad trófica entre sitios y b) el tipo de presa encontrado. Con respecto al primero, la figura 15 muestra que el lobo marino de California en San Pedro Martir, San Esteban y El Rasito, parece depender de una mayor diversidad trófica, ya que la importancia de las presas principales no es mucho más alta que la de las otras. Los Machos, Los Cantiles e Isla Granito, en cambio, parecen tener una diversidad alimentaria menor y depender más de las presas principales que de las demás especies consumidas. En Isla Lobos los individuos parecen depender de pocas, sin embargo, las importancias de estas son similares. Una comparación más clara de la diversidad del alimento se aprecia mediante las curvas de diversidad estimadas en cada sitio. La finalidad de hacer estas comparaciones es para revisar que tan importantes son las presas principales con respecto a las demás presas en cada una de las loberas. Se consideró comparar las curvas con la diversidad menor, ya que es cuando se esperaría encontrar la mayor dominancia y por lo tanto el momento en el cual los lobos marinos dependen más de un tipo de presa en particular. Con excepción de San Pedro Mártir e Isla Lobos, en donde la menor diversidad fue registrada en junio, todos los demás sitios mostraron tener menor diversidad en septiembre. Estos resultados muestran que las loberas de Isla Granito y Los Machos parecen depender mucho más de sus presas principales (*Trichiurus lepturus* y *Sardinops caeruleus*, respectivamente), que las otras loberas de las correspondientes principales (Fig. 16). La presencia de alimento abundante, energético o accesible durante los primeros seis meses de crianza (después de los partos a finales de mayo y principios de junio) es muy importante para las hembras lactantes ya

que **deben** optimizar su tiempo y canalizarlo también en amamantar a sus crías. Además, **deben** estar en buen estado **nutricional** debido a que los cachorros dependen casi completamente de la **leche** que les proporcionan (Aurióles, 1988). La diversidad encontrada, por tal motivo en septiembre, representa un **momento significativo** que refleja el importante **papel** que tiene la presa en las **loberas** de Isla Granito y Los Machos (Fig.17).

En **relación** con las presas encontradas, la **similitud** del **alimento** tendió en general, a ser mayor **conforme** las **loberas** se encontraron más cercanas. Un patrón de agrupamiento para las siete localidades fue obtenido a partir del **Análisis de Grupo** realizado con las Distancias **Euclidianas** Relativas calculadas con base en la importancia de las 25 presas (IIMP) (Fig. 18). Para identificar los grupos formados, fueron **usadas** arbitrariamente dos distancias: 0.3 y 0.4. En la **primera**, el agrupamiento obtenido parece indicar que la alimentación del lobo marino de California dependió particularmente de cuatro zonas; una ubicada en la parte sur (I, San Pedro Martir, San Esteban y El Rasito), otra en el área del Canal de **Ballenas (II, Los Machos)** y otras dos en la parte norte (**III, Los Cantiles e Isla Lobos;** y IV, **Isla Granito**). A una distancia de 0.4, las siete localidades quedaron agrupadas en dos: 1) Canal de **Ballenas** y parte sur, y 2) parte norte de **Ángel de la Guarda**.

Se registraron **nueve** presas principales. En San Pedro Martir, **SPM0695-1**; en San Esteban, *Sardinops caeruleus* y **SPM0695-1**; en El Rasito, *Sardinops caeruleus*, **SPM0695-1**, MYCG y *Trachurus symmetricus*; en Los Machos, *Sardinops caeruleus* y *Scomber japonicus*; en Los Cantiles, *Trichiurus lepturus* y *Porichthys* sp; en **Isla Granito**, *Trichiurus lepturus* y *Engraulis mordax*; y en **Isla Lobos**, *Trichiurus lepturus*, *Porichthys* sp y *Cetengraulis mysticetus*. (Tabla 10).

Tabla 10. Importancia promedio (IIMP) de la presas principales. Las estimaciones realizadas con los datos de Los Machos, se hicieron con base en el promedio de las tres recolectas y no en cuatro, como en las demás loberas. Los valores resaltados en negro representan la lobera en la cual las presas presentaron un importancia promedio anual \geq 10%; aunque fueron considerados algunas con valores ligeramente menores, como SPM069501 en el Rasito y *Scomber japonicus* en Los Machos.

	SPM	EST	RAS	MAC	CAN	GRA	LOB	PROM
<i>Trichiurus lepturus</i>	2.51	7.83	0.41	5.70	28.38	48.54	20.76	16.30
<i>Sardinops caeruleus</i>	0.21	12.09	12.50	33.98	6.47	4.89	0.00	10.02
<i>Porichthys</i> sp	8.88	0.91	8.14	1.30	20.53	5.81	19.51	9.30
SPM0695-1	17.23	10.55	9.96	6.98	5.59	0.59	4.41	7.90
<i>Engraulis mordax</i>	8.08	3.45	3.58	0.10	4.59	14.27	2.34	5.20
MYCTG	5.12	6.95	10.59	0.00	2.90	3.83	1.71	4.44
<i>Scomber japonicus</i>	0.22	5.44	5.82	9.98	1.63	0.46	0.27	3.40
<i>Cetengraulis mysticetus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.82	2.40
<i>Trachurus symmetricus</i>	2.44	0.55	12.58	0.00	0.00	0.35	0.00	2.27

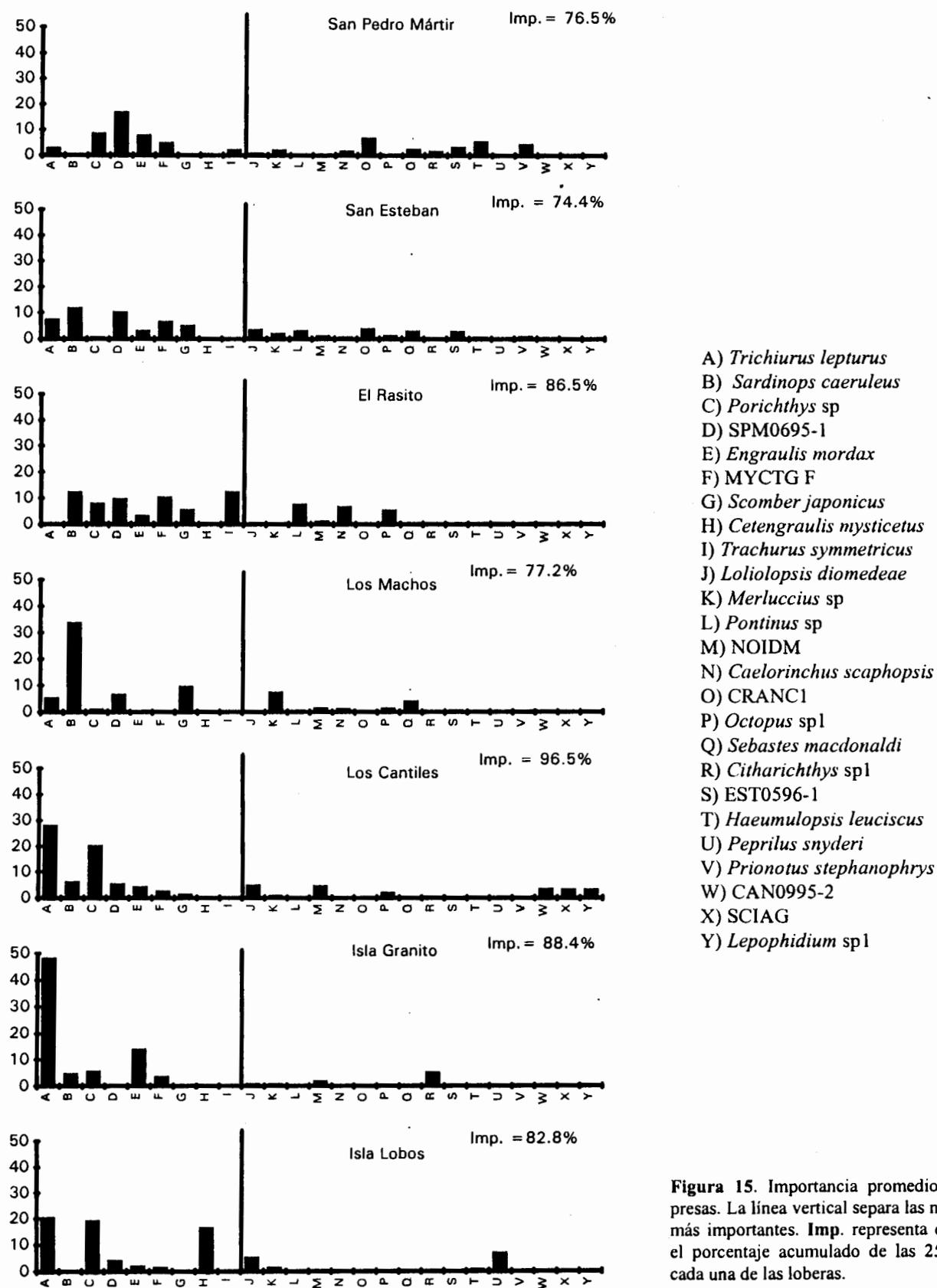


Figura 15. Importancia promedio de las 25 presas. La línea vertical separa las nueve presas más importantes. Imp. representa en la figura el porcentaje acumulado de las 25 presas en cada una de las loberas.

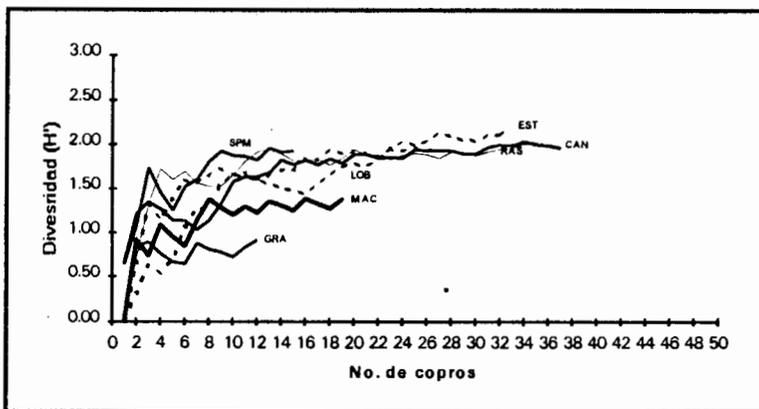


Figura 16. Curvas de diversidad mostrando las menores diversidades encontradas en cada sitio. Todas las curvas provienen de los resultados de septiembre, excepto para San Pedro Mártir e Isla Lobos que ha sido calculada a partir de los datos de junio.

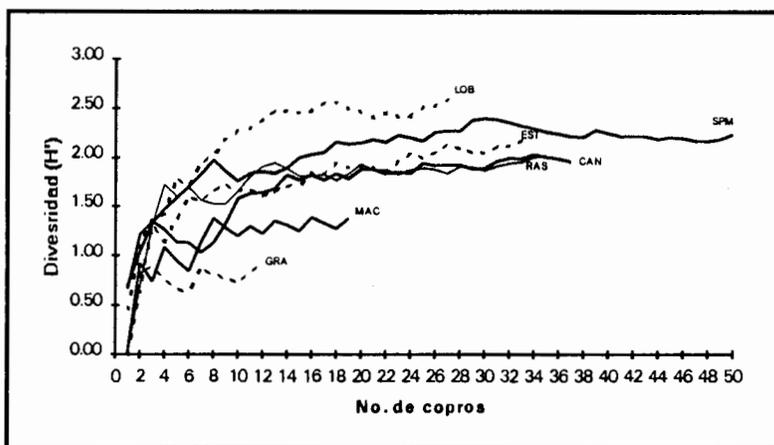


Figura 17. Curvas de diversidad mostrando las diversidades encontradas en septiembre para cada uno de los sitios.

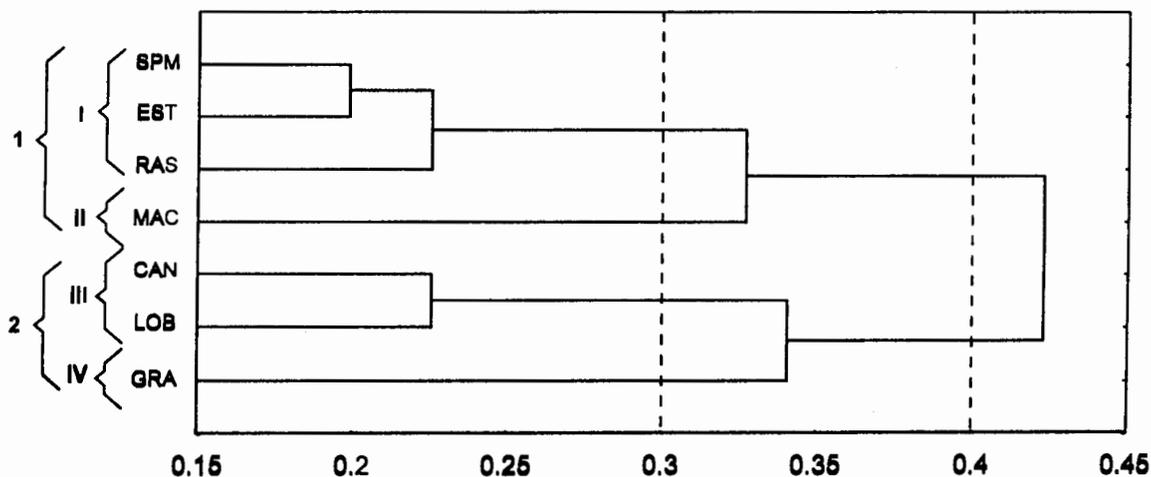


Figura 18. Dendrograma de clasificación de las loberas basado en las distancias euclídeas obtenidas de las 25 presas y utilizando la técnica UPGMA. Las líneas verticales representan los puntos de referencias para delimitar los grupos.

Variación de la importancia de las presas principales

La frecuencia de aparición entre loberas fue significativamente diferente para *Trichiurus lepturus* ($\chi^2 = 125.31$, $gl = 6$, $P \leq 0.0001$); *Sardinops caeruleus* ($\chi^2 = 87.18$, $gl = 6$, $P < 0.0001$); *Porichthys* sp ($\chi^2 = 46.21$, $gl = 6$, $P < 0.0001$); *Engraulis mordax* ($\chi^2 = 13.61$, $gl = 6$, $P < 0.0343$); *Scomber japonicus* ($\chi^2 = 35.79$, $gl = 6$, $P < 0.0001$); y *Trachurus symmetricus* ($\chi^2 = 58.15$, $gl = 6$, $P < 0.0001$). No se encontró diferencia significativa en la frecuencia de aparición de SPM0695-1 ($\chi^2 = 11.04$, $gl = 6$, $P \leq 0.0871$); sin embargo cuando se juntaron sus frecuencias con las de la categoría MYCTG (mictofidos no identificado por desgaste de otolitos) la diferencia en la aparición de los mictofidos en general entre las loberas si fue significativa ($\chi^2 = 13.16$, $gl = 6$, $P \leq 0.0406$). La distribución de las frecuencias de *Cetengraulis mysticetus* no fue analizada debido a que esta presa sólo se presentó en Isla Lobos. Con respecto a la temporalidad, las presas que mostraron diferencias significativas en sus frecuencias de aparición fueron: *Trichiurus lepturus* ($\chi^2 = 60.37$, $gl = 3$, $P < 0.0001$); *Sardinops caeruleus* ($\chi^2 = 26.14$, $gl = 3$, $P \leq 0.0001$); *Porichthys* sp ($\chi^2 = 8.02$, $gl = 3$, $P \leq 0.0456$); *Engraulis mordax* ($\chi^2 = 57.25$, $gl = 3$, $P \leq 0.0001$); y *Scomber japonicus* ($\chi^2 = 8.32$, $gl = 3$, $P \leq 0.0398$). La frecuencia de aparición a lo largo del año no fue significativamente diferente en *Trachurus symmetricus* ($\chi^2 = 2.94$, $gl = 3$, $P < 0.4008$); SPM0695-1 ($\chi^2 = 1.673728$, $gl = 3$, $P \leq 0.6428$); ni en la familia de los Myctophidae ($\chi^2 = 2.08$, $gl = 3$, $P < 0.5562$). Con respecto a la temporalidad, la frecuencia de aparición de *Cetengraulis mysticetus* tampoco fue analizada.

Las diferencias espaciales observadas en la importancia de las presas principales mediante el IIMP coinciden con las evaluaciones de la distribución de las frecuencias de aparición (Figs. 19 y 20). La importancia de *Trichiurus lepturus* fue mayor en la región comprendida entre Los Cantiles e Isla Lobos, siendo en Isla Granito el sitio en donde se encontraron los valores más altos. *Sardinops caeruleus* representó la presa más importante en la lobera de Los Machos y su influencia parece ser más grande hacia la región sur que hacia la norte, de hecho la importancia encontrada en Los Machos en junio, septiembre y enero, estuvo correlacionada con la de El Rasito ($r = 0.998$, $P = 0.042$), pero no con la registrada en Isla Granito para los mismos meses ($r = 0.602$, $P = 0.588$). Esta relación significativa se utilizó para estimar la importancia de *Sardinops caeruleus* en Los Machos durante mayo (25%), y así obtener y graficar la importancia anual de 31.7% y no la calculada a partir de las tres recolectas (Tabla 10). La importancia de esta presa también estuvo correlacionada entre las loberas de El Rasito y San Esteban ($r = 0.95$, $P = 0.042$). La importancia de *Porichthys* sp no mostró un patrón tan bien definido, como el de las presas anteriores; sin embargo, presentó una influencia mayor sobre la parte este de la Isla Ángel de la Guarda y en la zona norte. Si bien, mediante las Tablas de Contingencias fue probada la independencia de las frecuencias de aparición de SPM0695-1 con respecto a las loberas, al utilizar el IIMP se notó una ligera tendencia por influir más en la alimentación de los lobos marinos de la parte sur. Esta tendencia se vio reforzada cuando se analiza el papel que tuvieron los mictófididos como familia. A pesar de presentarse en todos los sitios, este grupo de peces, se consumió más en San Pedro Martir, San Esteban y El Rasito. *Engraulis mordax*, tampoco presentó un patrón claro y su importancia fue mayor en Los Cantiles y San Pedro Martir. La importancia de *Scomber japonicus*, como la de *Sardinops caeruleus*, fue mayor en la lobera de Los Machos y presentó una tendencia por influir más en la alimentación de los lobos marinos hacia la parte sur (El Rasito y San Esteban). *Cetengraulis mysticetus* y *Trachurus symmetricus* además de ser las presas menos importantes, también se encontraron en menos loberas. *Cetengraulis mysticetus* solo fue registrada en Isla Lobos, y *Trachurus symmetricus* en El Rasito, con muy poca incidencia en San Pedro Martir e Isla Granito. Cambios más particulares en espacio y tiempo se observan en la figura 21.

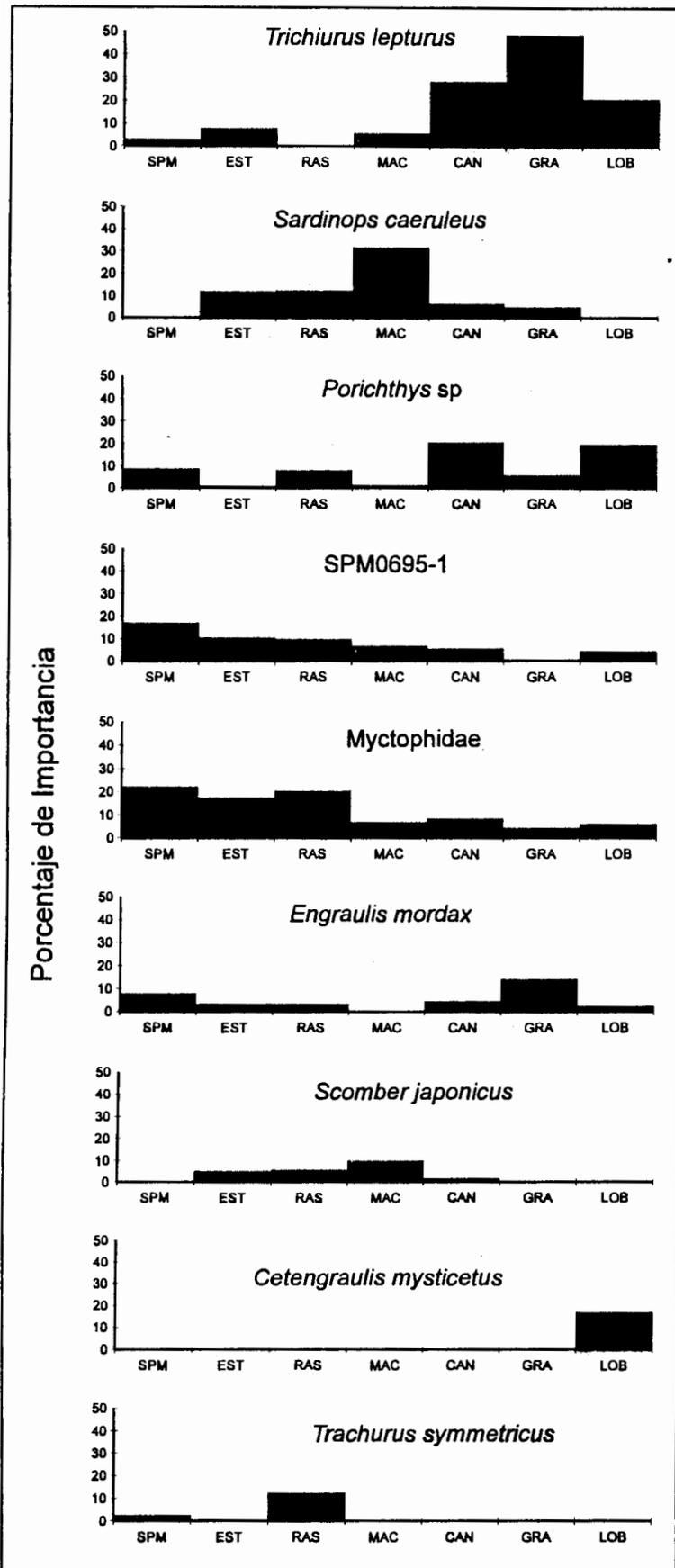


Figura 19. Importancia anual de las nueve presas principales del lobo marino de California en la región de las grandes islas.

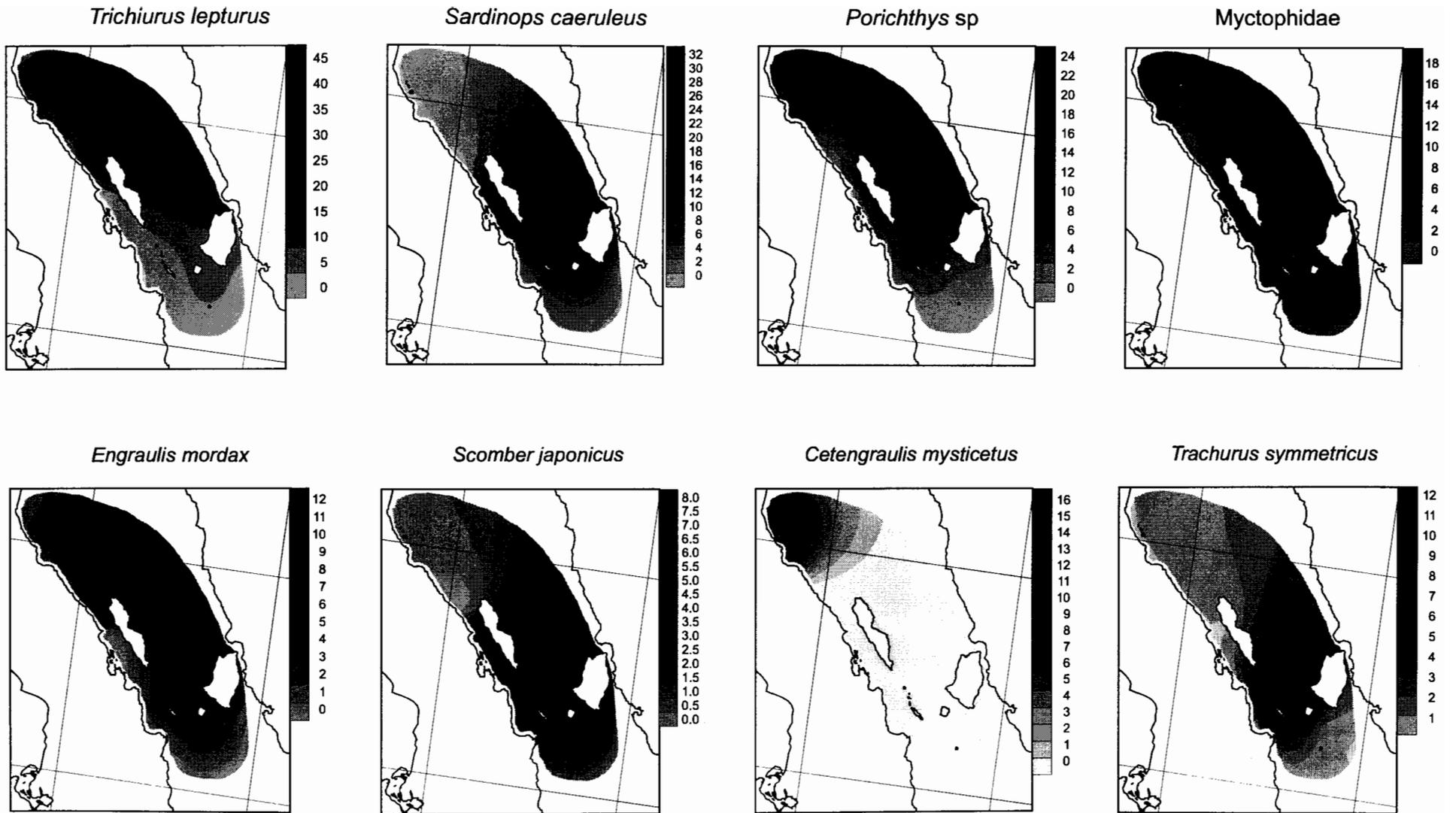


Figura 20. Distribución de la importancia de las presas principales. Los números que se encuentran en los costados de cada mapa representan los niveles de importancia de cada presa

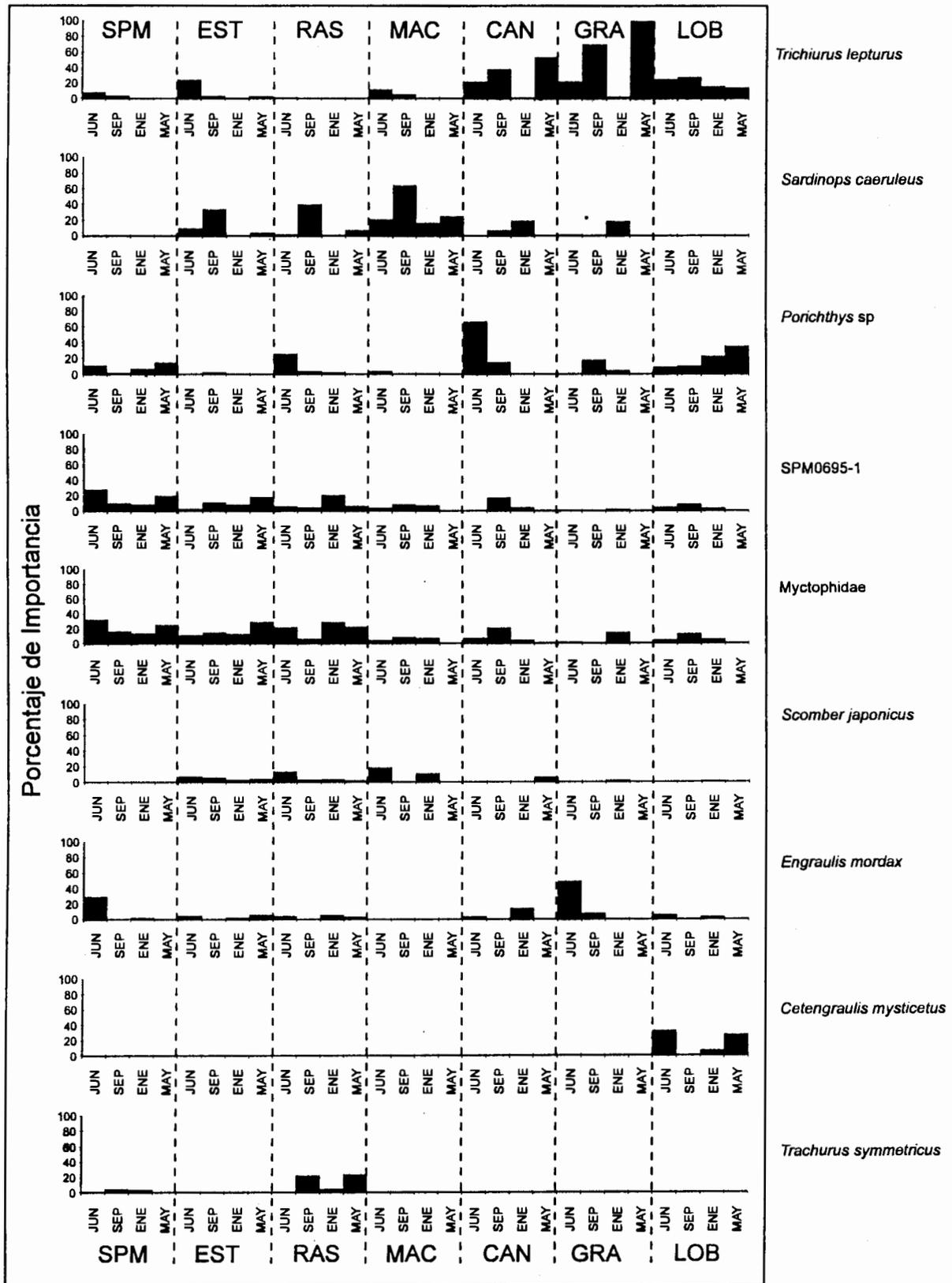


Figura 21. Importancia mensual de las nueve presas principales del lobo marino de California en la región de las grandes islas.

3.2. Abundancia de lobos marinos y estimación de la biomasa consumida

Cambios espacio-temporales en la abundancia y estructura poblacional

El promedio anual de lobos marinos registrados fue de 8,887 (± 1425). En junio de 1995, 10,686 animales; en septiembre del mismo año 8,460; en enero de 1996, 7,271, y en mayo también de 1996, 9,131.

Además de los cambios en la abundancia de los individuos, la estructura por edad y sexo de las cinco categorías también presentó cambios a través del tiempo. Solamente la abundancia total de los machos adultos estuvo correlacionada a través del tiempo con la abundancia total de todos los individuos ($r=0.958$, $P=0.042$). Debido a que ninguna otra categoría mostró correlación significativa ($P > 0.091$), no fue necesario probar la diferencia entre las pendientes de las abundancias de las categorías con respecto a la abundancia total para aceptar cambios notorios en la estructura por edad y sexo a través del tiempo. Las crías presentaron un pico máximo de abundancia en junio de 1995 y un mínimo en mayo del siguiente año; los juveniles no mostraron un patrón definido en sus abundancias; las hembras y los machos adultos fueron más numerosos en junio y menos en enero, y los machos subadultos presentaron, a diferencia de las hembras y machos adultos, una mayor abundancia en septiembre y enero y una menor en junio y mayo (Fig. 22).

Se observaron cambios en la abundancia y en la estructura por edad y sexo de manera particular en cada una de las loberas a través del tiempo. Sin embargo, no en todas se notó el mismo patrón que se observó de manera general con respecto a la abundancia total. En San Pedro Mártir, San Esteban, El Rasito e Isla Lobos, la mayor abundancia se presentó en junio; mientras que en Los Machos, Los Cantiles e Isla Granito fue en septiembre (Fig. 23). En ambos picos máximos de abundancia las hembras tuvieron una contribución importante. Además de las hembras, en el pico de junio contribuyeron las crías y en el de septiembre los machos subadultos (Fig 24).

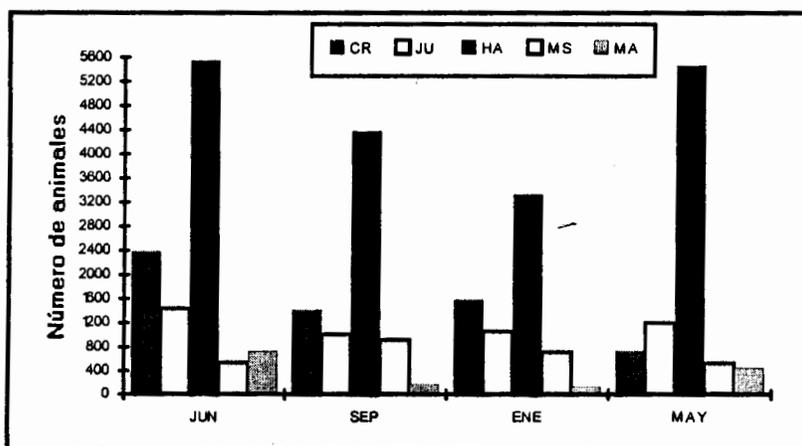


Figura 22. Cambios en la abundancia total de animales de cada categoría a través del año.

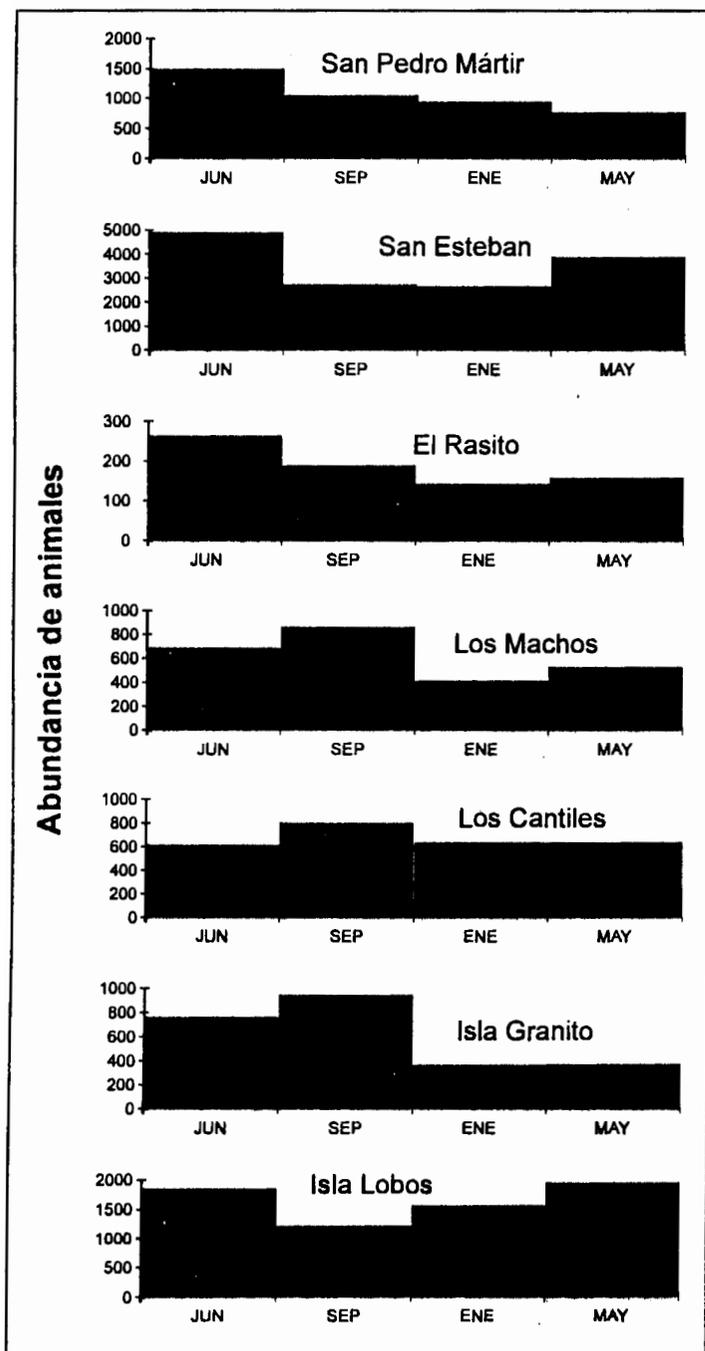
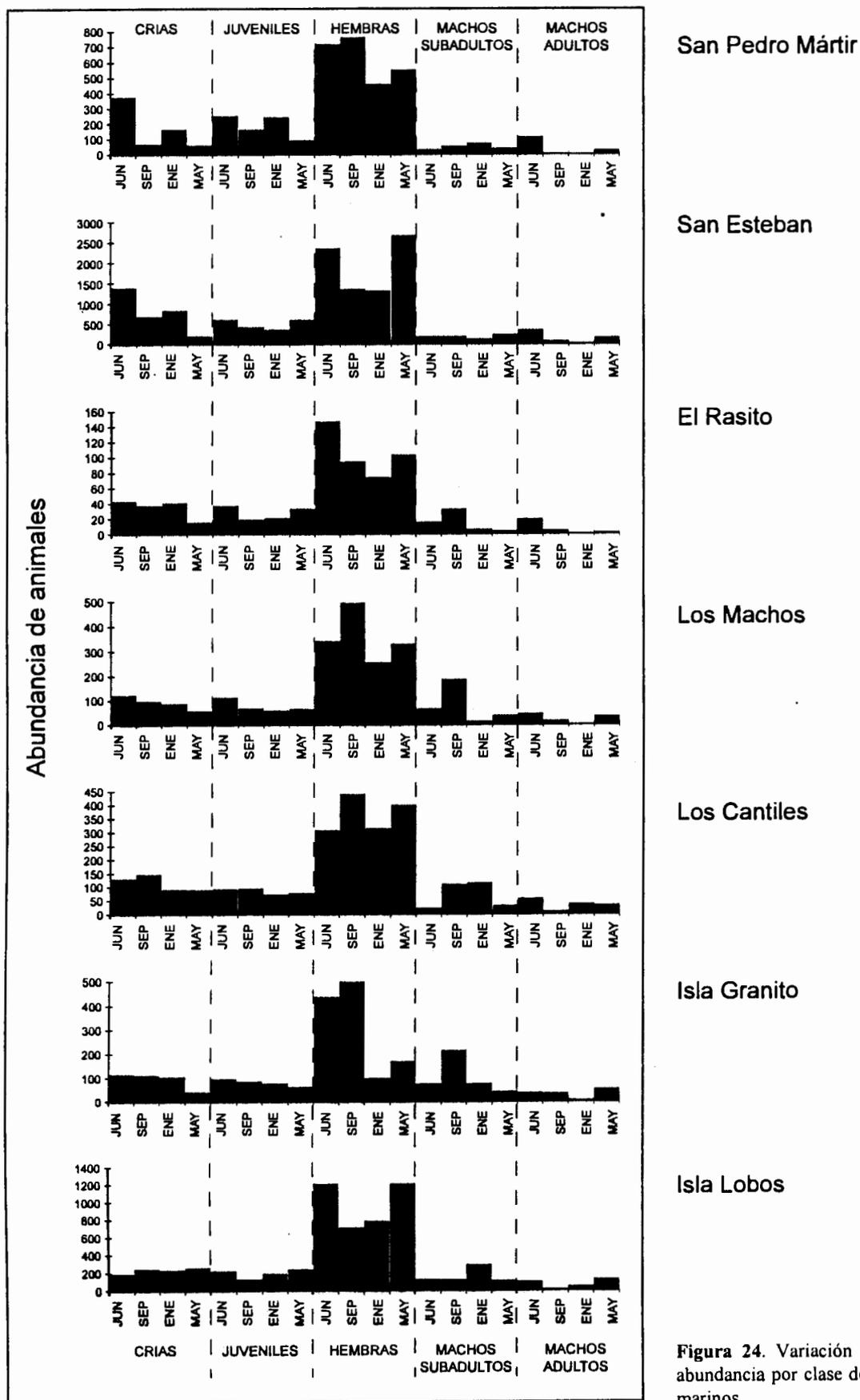


Figura 23. Variación temporal y espacial en la abundancia total del lobo marino de California.



San Pedro Mártir

San Esteban

El Rasito

Los Machos

Los Cantiles

Isla Granito

Isla Lobos

Figura 24. Variación temporal y espacial en la abundancia por clase de edad y sexo de los lobos marinos.

El tamaño poblacional promedio varió entre loberas. En San Pedro Mártir se registraron 1,139 animales (± 278), en San Esteban 3,790 (± 961), en El Rasito 192 (± 52), en Los Machos 646 (± 198), en Los Cantiles 710 (± 103), en Isla Granito 666 (± 281) y en Isla Lobos 1,746 (± 349). En todas las loberas las hembras (HA) fueron el grupo más importante en términos numéricos, las crías (CR) y juveniles (JU) le siguieron en importancia y finalmente los machos subadultos (MS) y adultos (MA) representaron la categoría menos abundantes. La abundancia de cada una de las categorías estuvo correlacionada con la abundancia total de las siete loberas ($P < 0.02$), y las pendientes de los logaritmos de sus abundancias no fueron significativamente diferentes ($F_{(4,25)} = 0.710$, $P = 0.593$). De esta manera, se acepta que, a pesar de las diferencias en los tamaños poblacionales, la estructura por edad y sexo comparada espacialmente no es significativamente diferente entre las siete loberas visitadas (Fig. 25). Los crías representaron en promedio el 16.1% ($\pm 2.6\%$), los juveniles el 13.4% ($\pm 1.9\%$), las hembras el 52.9% ($\pm 3.8\%$), los machos subadultos el 9.2% ($\pm 3.4\%$) y los machos adultos el 4.17% ($\pm 0.7\%$). Los individuos misceláneos (MI) tuvieron un 4.4% ($\pm 2.1\%$) (Fig. 26). Estos valores pueden considerarse representativos de cualquiera de las loberas estudiadas.

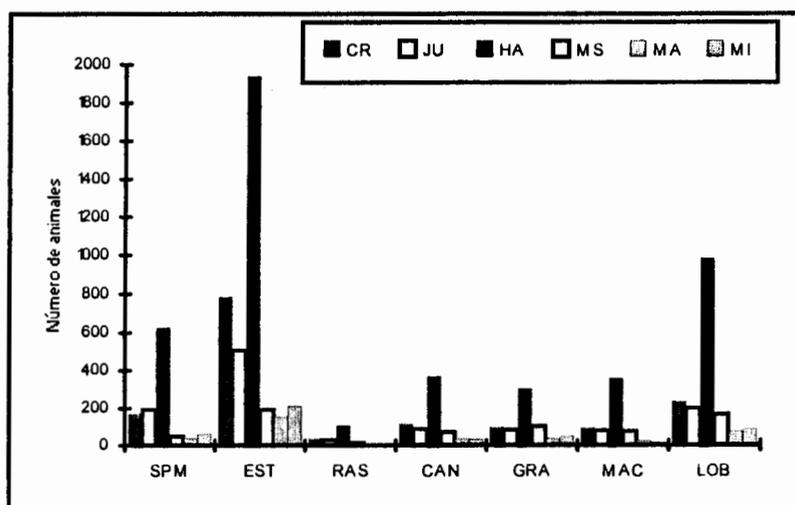


Figura 25. Estructura por edad y sexo para cada una de las loberas.

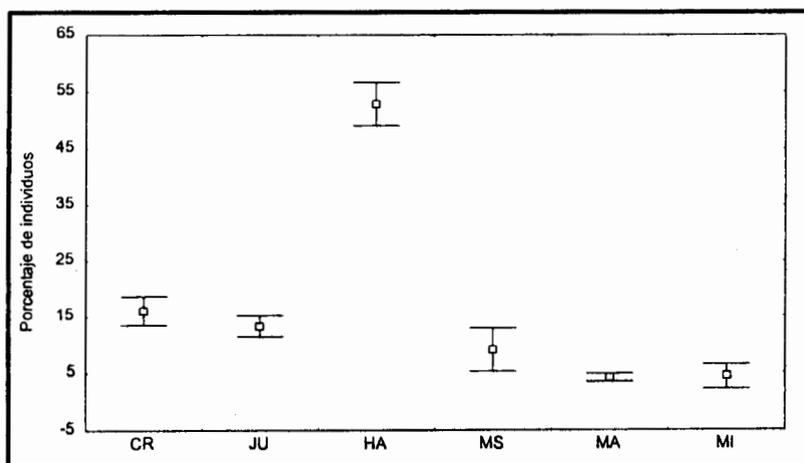


Figura 26. Promedio y desviación estándar de los porcentajes de individuos de cada una de las categorías de edad y sexo.

La estructura por sexo y edad también se comparó entre las loberas en cada uno de los meses. La abundancia de cada categoría estuvo correlacionada con la abundancia total en junio de 1995 ($P < 0.009$) y mayo de 1996 ($P < 0.03$) y las pendientes correspondientes a las abundancias de cada categoría con respecto al total de los individuos, no mostraron diferencias significativas en ninguno de los dos meses ($F_{(4,25)} = 0.593$, $P = 0.671$, para junio; y $F_{(4,25)} = 0.710$, $P = 0.593$, para mayo). Estos resultados muestran que durante ambas fechas las proporciones de cada una de las cinco clases de edad y sexo se mantuvieron más o menos similares en todas las loberas. En septiembre y enero, sin embargo, la relación entre la abundancia de las categorías no permaneció constante. En septiembre, mientras que la abundancia de las crías, juveniles, hembras y machos adultos mantuvo una relación directa con la abundancia total ($P < 0.006$), y sus pendientes no fueron estadísticamente diferentes ($F_{(3,20)} = 0.169$, $P = 0.916$), la abundancia de los machos subadultos no mostró una correlación significativa ($r=529$, $P=0.222$). En enero, la abundancia de los machos subadultos ni la de los adultos mostró correlación con la abundancia total de cada lobera ($r=579$, $P=0.173$; $r=0.425$, $P=0.401$, respectivamente). Las otras categorías (crías, juveniles y hembras) mostraron una correlación positiva ($P < 0.003$) y sus pendientes con respecto a la abundancia total no fueron significativamente diferentes ($F_{(2,15)} = 0.199$, $P = 0.822$). Los resultados encontrados en enero, son similares a los de septiembre, sin embargo en enero, la abundancia de los machos adultos tampoco estuvo correlacionada con el tamaño poblacional de la lobera. La figura 27 muestra las variaciones en porcentaje que presentaron en septiembre los machos subadultos, y en enero, tanto los machos subadultos como los machos adultos. Se observa que mientras que en septiembre la mayor importancia relativa de los machos subadultos se presentó en El Rasito, Los Machos e Isla Granito, en enero, tanto machos subadultos como machos adultos fueron más importantes en Los Cantiles, Isla Granito e Isla Lobos.

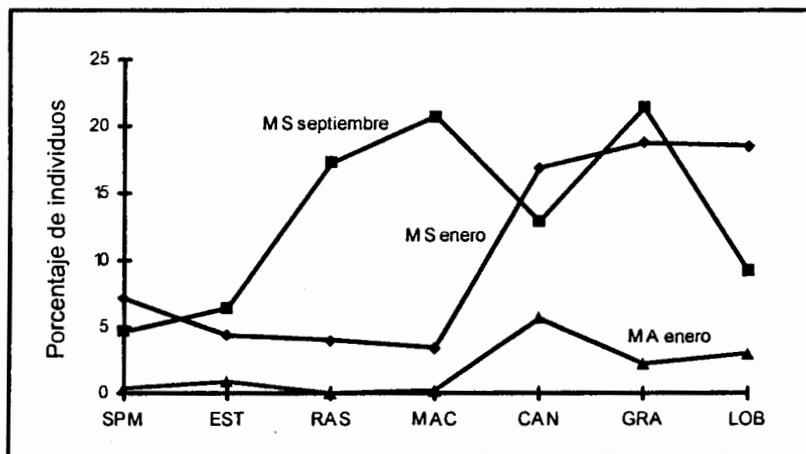


Figura 27. Variación en la abundancia relativa de los individuos machos subadultos y machos adultos en enero y septiembre en cada una de las loberas.

Consumo de alimento del lobo marino de California.

La biomasa diaria consumida por los lobos marinos en las siete loberas estudiadas se estimó en 56.44 ton. En términos anuales este valor representó un consumo aproximado de 20,599 toneladas, de las cuales la mayor cantidad fue ingerida en la lobera de San Esteban y la menor en la de El Rasito (Tabla II). En relación con el consumo por clase de edad y sexo, los juveniles consumieron aproximadamente 1,761 t (8.5%), las hembras

lactantes (HAL) 4,585 t (22.3%), las hembras sin cría (HAS) 7,813 t (37.9%), los machos subadultos 3,204 (15.6%) y los machos adultos 2,179 (10.6%). El consumo de los misceláneos se estimó en 1,056 (5.1%). Como puede notarse, a pesar de que la cantidad de alimento ingerido en promedio por hembra es menor a la mitad de la que ingiere cada macho adulto, las hembras representaron la categoría que mayor biomasa consumió, debido a su tamaño poblacional. En total, las hembras lactantes y no lactantes consumieron alrededor de 12,399 t al año; más del 50% del consumo del total de la población.

Tabla 11. Cantidades estimadas de la biomasa ingerida por los lobos marinos en la siete loberas estudiadas. Debido al tamaño poblacional, la lobera de San Esteban y la categoría de las hembras representaron el sitio y la clase que más biomasa ingirieron.

	JU	HAL	HAS	MS	MA	MI	Total
San Pedro Mártir	287.7	508.8	1133.7	238.4	229.1	140.6	2538.3
San Esteban	759.8	2351.7	2860.5	913.4	913.6	489.7	8288.8
El Rasito	42.7	104.8	175.0	70.0	39.9	3.5	435.8
Los Machos	117.5	279.1	654.6	364.2	144.9	36.0	1596.3
Los Cantiles	130.2	348.7	623.0	335.7	212.9	74.4	1724.8
Isla Granito	124.2	286.6	513.2	489.9	201.0	109.8	1724.7
Isla Lobos	298.9	705.6	1853.4	792.4	437.6	202.2	4290.1
Total	1761.0	4585.3	7813.3	3204.1	2178.9	1056.2	20598.8
	8.5	22.3	37.9	15.6	10.6	5.1	100.0

La figura 28 muestra la cantidad anual que el lobo marino de California consumió de cada una de las presas principales. La presa más consumida por fue *Trichiurus lepturus*, quien aportó una biomasa de 3,255 t. *Sardinops caeruleus*, *Porichthys* sp, y el mictófido SPM0695-1 fueron el grupo de presas que en segundo lugar se consumieron y entre ellas presentaron valores de biomasa ingerida muy parecidos (1,811; 1714; 1777 t; respectivamente). Otra especie consumida por el lobo marino fue *Engraulis mordax*, con alrededor de 1,081 t. La importancia de los mictófidios como familia se elevó con la presencia en el alimento del grupo MYCT a partir del cual se obtuvo una biomasa de 973 t. Si esta cifra la sumamos a la de la presa SPM0695-1 los mictófidios representaron 2749 t/año. Los consumos de *Scomber japonicus*, *Cetengraulis mysticetus* y *Trachurus symmetricus* fueron de 674, 820 y 161 t, respectivamente. Las demás presas (103) representaron la 8333 t restantes.

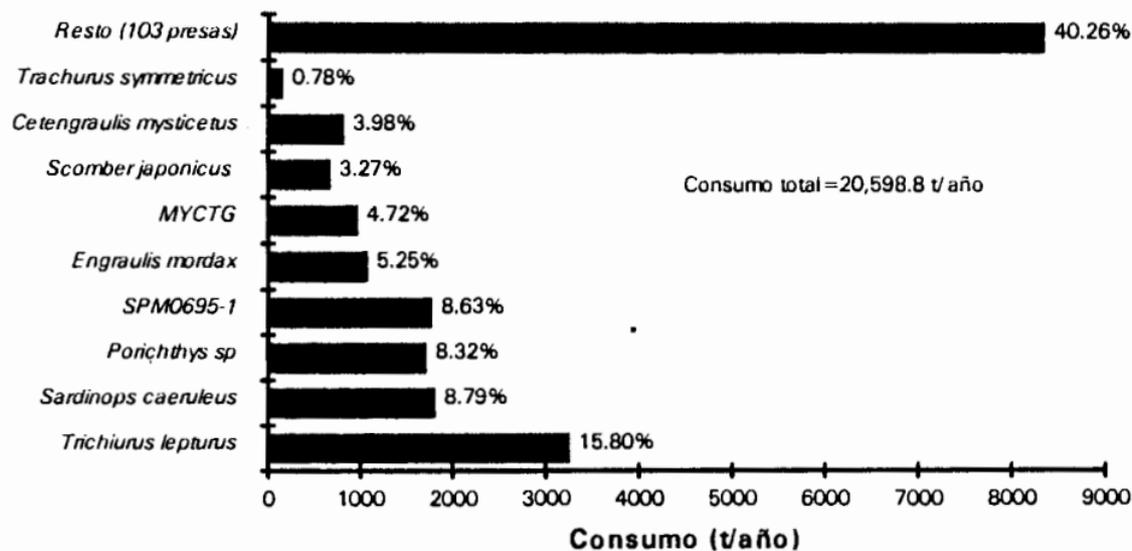


Figura 28. Importancia relativa y biomasa de las nueve presas principales consumidas por el lobo marino de California, en la región estudiada.

4

Discussion

4.1 Análisis de los grupos consumidos

El lobo marino de California se alimentó de crustáceos, cefalopodos y peces. Los crustáceos presentaron un porcentaje de importancia (12.7%) menor que el de los peces y no se notó ninguna tendencia por encontrar valores diferentes en las siete loberas. Este grupo no representó la importancia que ha representado en otros lugares. Por ejemplo, los resultados hallados por Salazar-Godoy (1989) muestran que la langostilla, *Pleuroncodes* planipes, fue una de las presas principales del lobo marino en la Bahía de Vizcaino, donde de acuerdo con Auriolles-Gamboa (1995) se encuentra uno de los focos de concentración más importantes en la costa occidental de la Península de la Baja California. En las Islas del Canal (San Nicolás y San Miguel), California, este crustáceo también ha sido muy importante, sobre todo cuando la Corriente de California, intensificada por fenómenos de El Niño, amplía su distribución, como sucedió en 1983 y 1984 (Lowry et al., 1990; Lowry et al., 1991).

Los cefalopodos fueron también menos importantes que los peces. Previo al presente trabajo, solamente habían sido realizados en la región de las grandes islas dos estudios: el de Orta-Dávila (1988) y el de Sánchez-Arias (1992), y en ninguno de ellos, quizá por haber sido muy puntuales en tiempo o espacio, fue detectada la presencia de calamares o pulpos. Los datos analizados por Orta-Dávila (1988), aunque representan un ciclo anual, provienen de un solo lugar: el islote El Racito, ubicado en Bahía de Las Ánimas. Sánchez-Arias (1992), por otro lado, a pesar de haber trabajado en dos loberas importantes (Islas Granito y Los Cantiles) sólo colectó muestras fecales en los meses de junio y julio. A pesar de las limitaciones temporales y espaciales, los resultados que presentan ambos parecen concordar con los de este trabajo. Aunque no se recolectaron copros en la misma localidad donde lo hizo Orta-Dávila (1988), los resultados encontrados en la lobera de Los Machos, indican que en esta región los lobos marinos parecen alimentarse poco de cefalopodos. Se ha comparado la información de Los Machos con la encontrada en El Racito por Orta-Dávila (1988), debido a que en ambos sitios se presentan condiciones oceanográficas similares, de hecho han sido incluidos en la misma región del Canal de Ballenas (Santamaría et al., 1995). Por otro lado, tanto los resultados encontrados por Sánchez-Arias (1992) como los expuestos en este trabajo parecen indicar que en las loberas de Los Cantiles y Granito los cefalopodos tampoco son muy importantes como alimento del lobo marino de California, sobre todo en junio. En términos generales, se nota que su consumo tendió a ser mayor en las loberas del sur (San Pedro Mártir y San Esteban) que en las del norte debido quizá a la disponibilidad del recurso. En nuestro país es escasa la información sobre aspectos ecológicos de los cefalopodos y solamente se cuenta con algunos datos sobre especies que tienen interés comercial.

Al igual que en otras áreas de su **distribución**, los peces constituyen el alimento más importante del **lobo** marino de California. Fue también el **grupo** consumido más **diverso** de acuerdo con el número de grupos taxonómicos identificados. En **relación inversa** con los cefalópodos, los peces presentaron ligeramente una **menor** importancia en la parte sur, aunque a pesar de **ello**, ésta siempre estuvo por arriba de las de los cefalópodos.

4.2 Análisis espacio-temporal de la estructura alimentaria

Diferencias alimentarias entre loberas

La composición alimentaria de **lobo** marino de California fue diferente entre las **loberas**, lo que parece indicar que **existen varios** sitios de alimentación y por lo **tanto** que **dependen** de regiones aparentemente diferentes para conseguir su alimento. No es **difícil** esperar diferencias en la composición del alimento entre **loberas** como San Pedro **Mártir** e **Isla Lobos** dada la gran distancia que las separa (aprox. 192 km). Sin embargo, **loberas** como la de Granito y la de Los Cantiles, que representan las colonias más cercanas y cuya **separación** espacial es aproximadamente de 16 km, también parecen depender de áreas de alimentación diferentes ya que tuvieron una composición alimentaria distinta en **cada** una de las meses de muestreo. Sánchez-Arias (1992), apoyó esta idea **al** encontrar **al** granadero carepala, *Coelorrhynchus scaphopsis*, como presa importante en **Isla Granito**, **pero** no en Los Cantiles. Los animales encontrados en la **Isla Granito** quizá se desplacen **hacia** el noroeste, específicamente **hacia** la Cuenca **Delfin**, ya que debido a la profundidad de esta región, probablemente sea un lugar importante para especies de hábitos profundos como el granadero **carepala** (Sánchez-Arias, 1992). Otra presa que parece indicar diferencias en las áreas de alimentación fue el pez sapo, *Porichthys notatus*. Los datos obtenidos por **Sánchez-Arias** (1992) muestran también que durante junio-julio esta presa fue más importante en Los **Cantiles** que **Isla Granito**. Una tendencia similar se ha observado para el pez sapo, *Porichthys* sp, durante junio.

Con el fin de revisar y discutir la procedencia de las presas del **lobo** marino, García-Rodríguez y Auriolles-Gamboa (1997), estimaron el área de alimentación de **los** individuos de Los Islotes, B.C.S., a partir de la velocidad de nado y de la tasa de digestión (Helm, 1984; Kooyman y Trillmich, 1986b). Ellos calcularon un área aproximada de 81 km, sin embargo **suponen** que esta debe ser **menor** ya que el desplazamiento y la dispersión de **los** animales durante la búsqueda de alimento, no solo depende de la velocidad del animal y del tiempo de digestión, sino de las consideraciones **energéticas** de **los costos-beneficios** basadas en la disponibilidad del **recurso** (Feldkamp et al., 1989). Una idea adecuada **sobre** el área de alimentación de **los** lobos marinos se deriva de **los** censos **aéreos** realizados por **Bonnell** y Ford (1987) en las Islas del Canal. A partir de sus resultados se distinguen dos principales puntos importantes de concentración: uno cerca de la **Isla San Miguel** y **otro** cerca de la **Isla Santa Barbara**. Con **los mapas** de **densidad** que mencionan en su trabajo, es posible estimar que **los** focos de concentración encontrados en verano presentaron radios aproximados de 44 y 88 km, respectivamente, y que la distancia que **los** separa es de 177 km. La **estimación** que se desprende del trabajo de **Bonnell** y Ford (1987) para la **Isla** de San Miguel (44 km), es muy similar a **los cálculos** efectuados por Feldkamp *et al.*, (1989) para el mismo lugar y para la misma temporada, utilizando el tiempo en superficie, conocido mediante **los** registros del TDR (registrador de tiempo y profundidad) y la velocidad de **natación**. De acuerdo con Feldkamp *et al.*, (1989) **los** individuos tuvieron en promedio su primer buceo de alimentación a 30.6 km de la **isla** y su último a 42.3 **km**. En el Golfo de California, estos radios de dispersión asociados a actividades alimentarias parecen ser **menores**. Esto se desprende del hecho de que a pesar de que algunas

loberas no se encuentran tan separadas entre sí, la alimentación entre ellas fue diferente. Quizá más aplicables a las loberas de la región de las grandes islas del Golfo de California sean los recientes resultados encontrados también a partir de los patrones de buceo en Los Islotes, Bahía de La Paz, B.C.S. De acuerdo con Durán-Lizarraga (1998) ninguno de los buceos realizados por dos de las hembras lactantes se hizo más allá de los 20 km de Los Islotes. Esta información apoya la idea de que la ausencia de registros previos de muchas de las presas del lobo marino obedecen más a la falta de muestreos apropiados que a su propia ausencia y que gran parte del alimento de este pinnípedo proviene de la bahía (García-Rodríguez y Aurióles-Gamboa, 1997). Poco se sabe acerca de los patrones de buceo de los individuos de las siete loberas analizadas en el presente estudio. Sin embargo, la similitud en la duración de los viajes de alimentación (menores a dos días) de hembras lactantes en las loberas de Los Cantiles y Los Islotes, apoyan también la idea de que en ambas regiones los radios de alimentación han de ser muy parecidos.

Se han encontrado áreas de alimentación similares en la subespecie de Las Galápagos, *Zalophus californianus wolaebakii*, donde las distancias calculadas correspondientes a los últimos buceos de alimentación estuvieron entre 5.2 y 24 km (Kooyman y Trillmich, 1986b) y para el lobo fino de Las Galápagos, *Arctocephalus galapagoensi* alrededor de 19 km (Kooyman y Trillmich, 1986a). Estas estimaciones son cercanas a la distancia que separa Islas Granito de Los Cantiles (aprox. 16 km).

De acuerdo con Gentry *et al.*, (1986), los sitios de reproducción de los otaridos de aguas templadas y principalmente de aguas tropicales tienden a estar cerca de zonas de surgencias, a menudo asociados a corrientes frías. Esta situación parece concordar con lo observado en el Golfo de California, en donde cerca de las loberas hay importantes mezclas de agua que mantienen a la región en constante condición de surgencias y ocasionan bajas temperaturas en la superficie del mar (Fig. 29) (Alvarez Borrego y Lara-Lara, 1991, en Zavala, 1993). Los radios de alimentación de las loberas de la región del cinturón insular del golfo podrían ser incluso menores que el radio estimado para Los Islotes por Durán-Lizarraga (1998), ya que en general hay una tendencia por incrementarse la concentración de nutrientes de la boca hacia la región de la Isla Ángel de la Guarda. De hecho los valores más altos han sido observados en el Canal de Ballenas debido a las fuertes mezclas de marea (Alvarez-Borrego, 1983). De esta manera, las diferencias encontradas en la alimentación del lobo marino aun entre las loberas cercanas de la región de las Grandes Islas es quizá el reflejo de los diversos ambientes que influyen en el establecimiento de las diferentes comunidades de presas. Es quizá también debido a la gran productividad y consecuentemente alta disponibilidad de alimento cerca de las colonias, que provoca que los individuos realicen viajes de alimentación menos alejados que en otros sitios.

La alimentación del lobo marino en cada uno de los sitios varía también a través del tiempo. Estos cambios parecen ser consecuencia de los movimientos migratorios que, como se verá más adelante, realizan muchas de sus presas y que alteran la estructura de la comunidad icónica de la región. Los cambios registrados en la alimentación no tuvieron la misma magnitud en todas las loberas del Golfo de California. Por ejemplo, de enero a mayo, la variación del alimento fue menos intensa en San Pedro Mártir, El Rasito e Isla Lobos. Entre junio y mayo, los cambios observados nuevamente en Isla Lobos, tampoco fueron tan grandes como los observados en los demás sitios para la misma fecha.

Diversidad trófica del lobo marino de California

Los lobos marinos consumieron una gran variedad de especies. Tan solo en las siete loberas estudiadas se detectaron alrededor de 112 tipos de presas. Sin embargo, pese a esta gran variedad, la diversidad y la uniformidad de la estructura alimentaria parecen tener valores bajos debido a que el lobo marino parece depredar de manera principal sobre muy pocas. Los resultados indicados en otros sitios de la distribución de este mamífero muestran un patrón en el cual se nota que un número reducido de especies presas presentan valores de importancia mucho más altos que la mayoría del resto de las especies consumidas. La anchoveta, merluza, *Merluccius productus*, pámpano, *Trachurus symmetricus*, rocotes, *Sebastes* spp y el calamar *Loligo opalescens* representan en la región del Pacífico norte de México y

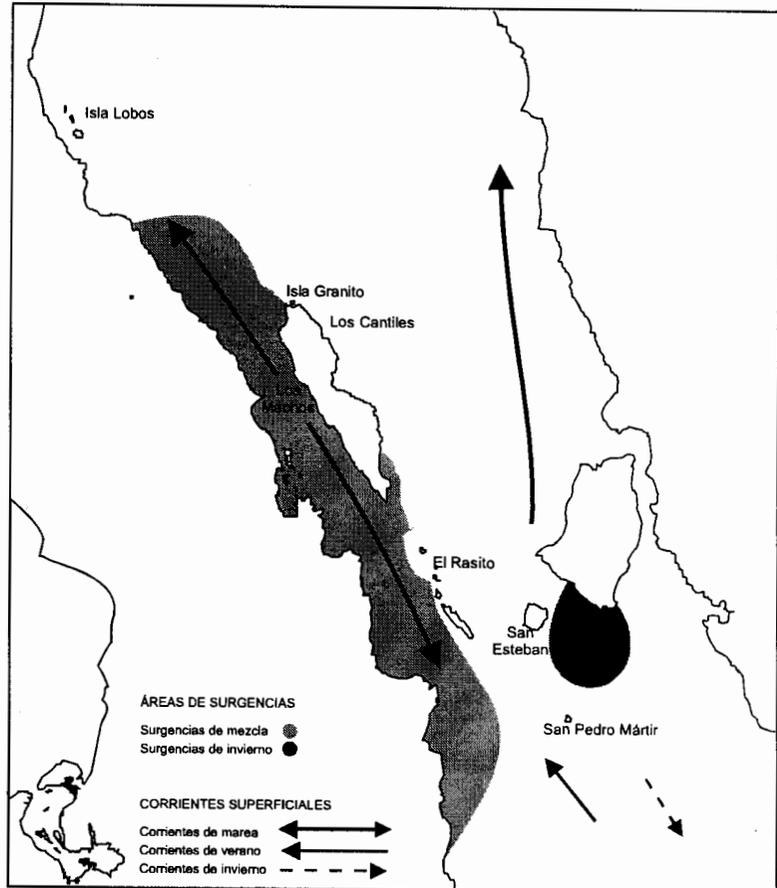


Figura 29. Mapa de surgencias en la región de las grandes islas. (Figura tomada de Maluf, 1983).

en las Islas del Canal, en California, las presas más frecuentemente encontradas en las muestras fecales a partir de las cuales quizá el lobo marino obtiene la mayor parte de su energía (Antonelis *et al.*, 1984; Lowry *et al.*, 1990; Lowry *et al.*, 1991). Al norte, en la Isla Farallón, el lobo marino parece depender también de muy pocas presas, entre las cuales nuevamente se encuentra la merluza (Bailey y Ainley, 1982). La revisión realizada por Auriolos-Gamboa (1988) sobre las presas principales reportadas en 14 estudios muestra de manera global también la gran importancia que tienen pocas especies, entre las cuales destacan aquellas que tienden a formar grandes cardúmenes como la anchoveta, merluza, pámpano, rocotes, pez sapo, macarela (*Scomber japonicus*) y calamar. A pesar de que en esta revisión no fueron incluidos los resultados de Lowry *et al.*, (1990) y Lowry *et al.*, (1991), las presas más importantes que estos últimos autores encontraron fueron, como puede observarse, muy similares a las que resume Auriolos-Gamboa (1988). A partir de los estudios basados en el análisis del contenido estomacal, se han identificado también presas similares a las identificadas mediante la revisión de muestras fecales, a pesar de que en la mayoría de las ocasiones estos análisis han sido basados en un número reducido de ejemplares (Fiscus y Baines, 1966; Jones, 1981).

La estrategia alimentaria del lobo marino parece implicar la obtención de la mayor parte de su energía a partir de pocas presas. Según Lowry *et al.*, (1991) esta estrategia hace pensar que pueda ser clasificado como especialista plástico ya que, a pesar de que su alimentación varía temporalmente, en un determinado tiempo, muy pocas presas son consumidas de manera importante.

La presencia de la anchoveta en la **mayoría de los estudios** de alimentacion, **sobre todo** en los realizados **sobre** las **costas** de California, ha originado la idea de que el lobo marino de California tiene tendencias preferenciales por su **consumo** (Aurioles-Gamboa, 1988). En sitios en donde la abundancia de esta presa es baja o inclusive la especie esta practicamente ausente, su incidencia en el alimento es poca y su importante **papel** como presa del **lobo** marino es remplazado por otras especies que parece ser el alimento preferente en estas zonas (Aurioles-Gamboa et al., 1984; Garcia-Rodriguez, 1995). Por ejemplo, la merluza es la especie mas consumida **hacia** el norte de California y en las **costas** de Oregon (Bailey y Ainley, 1982).

Dentro del Golfo de California, la diversidad del alimento fue diferente entre los sitios, lo cual **indicó** que los lobos marinos procedentes de distintas **loberas** dependieron en porcentajes diferentes de sus presas principales. Por ejemplo, la **menor** diversidad registrada ocurrio en Los Machos e Isla Granito en donde fueron identificadas como presas principales, la sardina Monterrey (*Sardinops caeruleus*) y el pez sable (*Trichiurus lepturus*) respectivamente (Fig. 16). La disminucion en la diversidad del alimento ha sido asociada **al** aprovechamiento temporal de la abundancia y disponibilidad de las presas aparentemente preferentes (Antonelis et al., 1984; Lowry et al., 1990; Lowry et al., 1991). Un aprovechamiento espacial, pudiera tambien darse cuando la abundancia y disponibilidad de alguna presa es elevada. En el Golfo de California el pez sable y la sardina Monterrey parecen ser las presas mas importantes para el **lobo** marino de California, **sobre todo** en septiembre, cuando la sardina Monterrey alcanza su maximo valor y coincidentemente cuando se presenta su mayor **concentración** en el Canal de Ballenas (Cisneros-Mata et al., 1997). En San Pedro Martir e Isla Lobos, por otro **lado**, se observaron los valores mas altos de diversidad **trófica** y la **menor** variacion de esta a lo largo del **año**. Las curvas de diversidad para los cuatro meses de muestreo fueron muy similares y solo se **presentó** un ligero **decremento** en la diversidad del mes de junio cuando en San Pedro Martir domino la anchoveta y en Isla Lobos la anchoveta bocona, *Cetengraulis mysticetus*. Aunque estas presas fueron consideradas como principales para estas **loberas**, sus importancias no fueron mucho mayor que la importancia estimada de las presas principales registradas en los otros meses.

Las **loberas** de San Pedro Martir e Isla Lobos, parecen depender de un area de alimentacion relativamente mas estable que otras **loberas** como Isla Granito y Los Machos, en las cuales los cambios en la diversidad y por lo **tanto** en la dominancia de las presas hicieron **notar** que los lobos marinos en alguna temporada del **año** reducen su espectro alimentario y canalizan sus esfuerzos **hacia** el **consumo** de un **menor** numero de especies. Cuando la diversidad fue baja en septiembre, la presa mas importante en Isla Granito fue el pez sable y en Los Machos la sardina Monterrey mientras que en enero, cuando estas dos presas fueron **menos** importantes, los lobos marinos consumieron un mayor numero de especies. Resultados similares en **relación** con los cambios en diversidad tambien fueron notados en las **loberas** de las Islas del Canal, California. Cuando la anchoveta del norte fue importante en la alimentacion del **lobo** marino, el numero de presas disminuyo, **pero** cuando estuvo ausente o fue poco importante, el numero de presas aumento (Antonelis et al., 1984; Lowry et al., 1990; Lowry et al., 1991).

Tal vez la poca variacion en la diversidad del alimento en San Pedro Martir y la tendencia por presentar los valores **más** altos (Fig. 14 y 16) sea debido a que esta **lobera** se encuentra en una zona de transicion entre dos **áreas biogeográficas**, que le confieren una mayor heterogeneidad ambiental y consecuentemente una mayor diversidad ecologica. La ictiofauna del **centro** del golfo presenta, de hecho, características generales del Golfo de California en su conjunto, y puede ser considerada como un area **típica** (Walker, 1960).

Algunas poblaciones **tienden** a presentar una estrategia alimentaria que consiste en conseguir su energía a partir de un número reducido de especies. Los individuos que desarrollan esta estrategia se encuentran muy bien adaptados para localizar, capturar, consumir, y digerir las presas que componen su estrecho **nicho** trófico (Alcock, 1978). Una estrategia de este **tipo resulta benéfica** siempre y cuando las condiciones **sean** favorables; es decir cuando la abundancia y disponibilidad de las presas no se vea reducida. Sin embargo, cuando la **concentración** de los recursos alimentarios disminuye repentinamente, los depredadores se **enfrentan** a condiciones de búsqueda, captura y **consumo** de nuevas presas que implica un mayor **costo** energético. De acuerdo con los anterior, en la región de las grandes islas las **loberas** que quizá se vean más afectadas por cambios que pudieran ocurrir en el estado poblacional de sus presas principales probablemente **sean** las **loberas** de Isla Granito y de Los Machos ya que por presentar una diversidad alimentaria **menor, al menos** en alguna temporada del **año, dependen** energéticamente más de un reducido número de especies que otras **loberas**. Un ejemplo claro de una situación de este **tipo** ha sido mostrado por Aurióles-Gamboa y García Rodríguez (en revisión). De acuerdo con estos autores la merma en la población de lobos marinos al inicio de los 90' estuvo relacionada con la disminución de la abundancia de la sardina Monterrey, y una de las **loberas** que más afecto fue la de Los Machos, que **como se analizará más adelante** es la que **más** consume esta presa.

Zonas de alimentación y presas representativas

A pesar de que se **notó** una **variación** estacional en la alimentación del **lobo** marino de California, se detectaron presas que tendieron a ser comunes de cada sitio e incluso presas que fueron más comunes en algunas áreas, lo cual fue **notado** mediante la agrupación de **loberas** con base en la similitud de su **composición** alimentaria.

Los resultados del presente trabajo muestran diferencias en la alimentación entre las **loberas** lo cual parece indicar que dentro de las áreas zoogeográficas propuestas por diversos autores para el Golfo de California (Castro-Aguirre *et al.*, 1995; Thomson y Guilligan, 1983; Walker, 1960) **existen** zonas con características ecológicas diferentes a las cuales **los** individuos acuden a alimentarse.

Aunque es factible proponer que **los** sitios de **alimentación** se encuentran a una distancia no mayor a **los** 20 km de cada **lobera**, no es fácil suponer cuál es la dirección que siguen **los** animales. En las **loberas** de San Pedro Martir, San Esteban, El Rasito y Los Machos, por ejemplo, dado que su alimentación fue más parecida en **tanto** las **loberas** se encontraron más cerca, **los** animales pudieron desplazarse en cualquier dirección. Otra situación, sin embargo, puede plantearse a partir de **los** resultados de Isla Granito y Los Cantiles. La **separación** espacial entre estas dos **loberas** es relativamente pequeña y aun así su alimentación fue **más** diferente que con la de Isla Lobos. Es posible que esto se deba a que la **mayoría** de **los** individuos de Los Cantiles se **hayan** desplazado más **hacia** la parte este, mientras que **los** habitantes de Isla Granito lo **hayan** hecho **hacia** el lado oeste. **Hacia** el sur del Canal de **Ballenas** el grueso de la **lobera** de Isla Granito probablemente no se haya movido, ya que de haber sido así su alimentación hubiera sido más parecida a la de Los Machos.

Además de la **zonación** observada a partir de **los** estudios icticos, el Golfo de California parece presentar ambientes ecológicos más puntuales. En la región de las grandes islas, **dadas** las condiciones batimétricas, climáticas y la presencia propiamente de las islas, se han identificado ambientes ecológicos diferentes. Adyacente a las **loberas** estudiadas, han sido **observadas** variaciones espaciales y temporales de la biomasa fitoplanctónica (Santamaría-Del Ángel *et al.*, 1995). La región adyacente a la costa este del golfo presenta una

alta concentración de pigmentos fotosintéticos en invierno debido a las surgencias que se presentan como consecuencias de los vientos provenientes del noroeste. Diferente a las condiciones halladas en el resto de esta región, el Canal de Ballenas presenta características muy particulares. En esta región ocurren fuertes corrientes de marea que propician la formación de surgencias caracterizadas por la presencia casi constante de agua fría que proviene del fondo y que acarrea grandes concentraciones de nutrientes (Alvarez-Borrego, 1983).

Los diferentes ambientes en el Golfo de California, parecen verse reflejados en las similitudes y diferencias en la composición del alimento, no solo de las loberas en sí, sino de grupos de loberas. En San Pedro Mártir, San Esteban y El Rasito, la alimentación estuvo representada principalmente por mictófidios, mientras que en Los Machos por sardina Monterrey y en menor grado por macarela. Las loberas de Los Cantiles e Isla Lobos coincidieron principalmente en el consumo del pez sapo y en la intensidad con que se alimentaron del pez sable. Parecido a Los Machos, la lobera de Granito dependió fuertemente de una presa, aunque esta no fue la sardina Monterrey sino el pez sable, que originó, junto con *Engraulis mordax* que esta lobera se distinguiera del resto.

Los niveles de importancia de las presas entre las loberas tendieron a cambiar de manera gradual; así, la importancia de la sardina Monterrey empezó a notarse a partir de San Esteban y el Rasito. En Los Machos, se incrementó y alcanzó su máximo valor, para luego disminuir nuevamente en Isla Granito y Los Cantiles. Esta presa nunca fue encontrada en Isla Lobos. La figura 30 muestra una regionalización basada en las similitudes de la composición alimentaria (Fig. 18) entre las siete loberas estudiadas.

4.4. Variación espacio-temporal de las presas principales

La importancia de la sardina Monterrey en la alimentación del lobo marino de California coincide con su patrón de distribución en el Golfo de California. De acuerdo con Cisneros-Mata *et al.* (1991) su patrón migratorio involucra el establecimiento de una alta concentración durante el verano en la zona de las grandes islas y

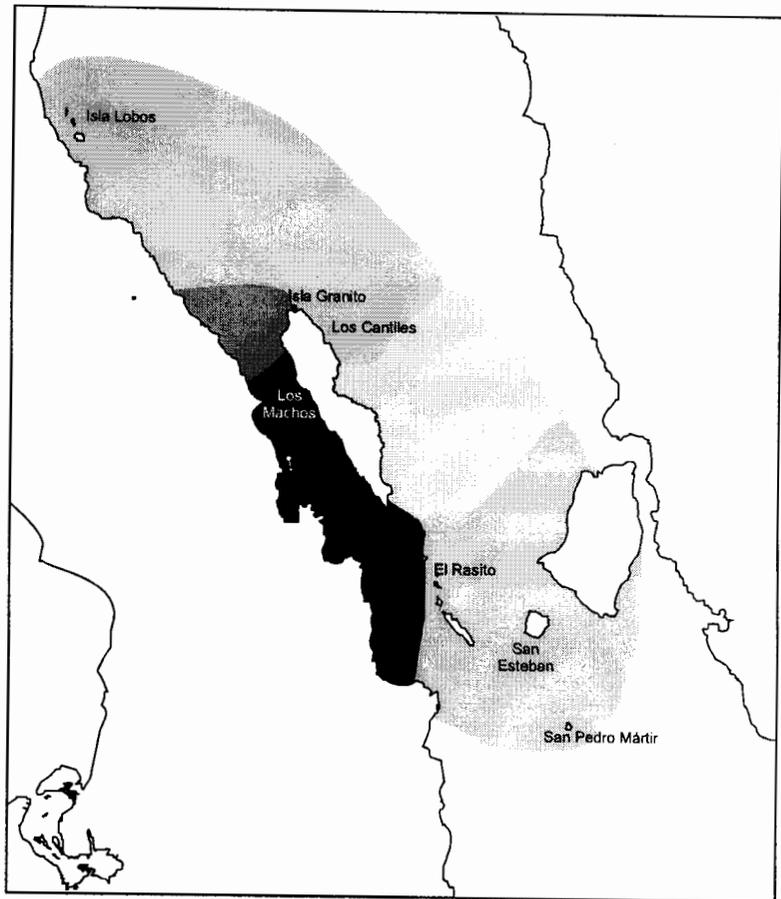


Figura 30. Mapa de regionalización a partir de la composición y similitudes del alimento de las siete loberas estudiadas.

durante el **invierno** en la costa del sur de Sonora, en donde se reproduce. Una parte de la población **migra hacia** la costa occidental del golfo, a la altura de Santa Rosalia, para posteriormente **cruzar** el golfo y llegar a la **zona** sur de Sonora. El planteamiento anterior es apoyado por el hecho de que **los** desoves no son **exclusivos** de la costa oriental **del** golfo, **sino** que se realizan en toda la parte central (Cisneros-Mata *et al.* (1991). Correlaciones entre la importancia de las presas y la disponibilidad de **los** recursos en el medio también han sido **notadas** en otras áreas de distribución de este pinnípedo. En las Islas Farallon, California, **los** cambios estacionales en la alimentación del lobo marino de California coincidieron con la disponibilidad de la merluza. De acuerdo con Bailey y Ainley (1982), la importancia de esta presa **disminuyó** drásticamente de septiembre a marzo, debido a que durante la temporada **de** desove se desplaza fuera de la costa y **hacia** el sur. **Además**, durante este **período** se distribuye en aguas más profundas (200 y **500m**) y no realiza migraciones verticales nocturnas, por lo que se **vuelve** inaccesible para el lobo marino. En el sur, la merluza adquiere importancia en la alimentación de este **pinnípedo** en la Isla San Miguel (Antonelis *et al.*, 1984). De primavera a verano nuevamente aparece en las Islas Farallon debido a la **migración hacia** el norte (Bailey y Ainley, 1982).

La importancia de las presas parece **también** correlacionarse con la disponibilidad del alimento a través de periodos **anuales**. La disminución en la **aparición** de la anchoveta en la alimentación del lobo marino en la Isla San Clemente durante 1982 y 1984 coincidieron con **las** más bajas capturas registradas para ambos años. El **evento** contrario se **presentó** en 1983, 1985 y 1986, cuando aumentó el **consumo** de esta presa y coincidentemente fueron capturadas biomásas grandes (Lowry *et al.*, 1990). No **existen** datos previos de la alimentación del lobo marino en el Golfo de California recabados de **manera** similar a **como** fueron recabados para el presente trabajo, por lo que no es posible **hacer un análisis** de la **relación** importancia de la presa-disponibilidad **del recurso** que complementa el **análisis** de **los** resultados que se exponen en este trabajo. Sin embargo, es posible suponer que las variaciones en las condiciones climáticas que aparentemente pueden retrasar, prolongar, **ampliar** o reducir el hábitat de la sardina Monterrey, **hayan** contribuido a alterar la **composición** del **alimento** del **lobo** marino de **manera** interanual. De la serie de tiempo de las capturas comerciales registradas de 1991 a 1996 en Guaymas y Yavaros, Sonora, se observa que durante la temporada 1991-1992 ocurrieron diferencias en la distribución de la sardina Monterrey con **respecto al** patrón normal. Durante esta temporada la sardina Monterrey **permaneció** en el cinturón insular y en primavera se movió más al norte, hasta la Bahía de San Luis Gonzaga. Es importante resaltar que el movimiento estacional de sur a norte comenzó más temprano, en primavera, y no en otoño como es común. **Además**, durante esta temporada la sardina no llegó tan **al** sur como comúnmente lo **hace** (Cisneros-Mata *et al.*, 1997). Los cambios en la distribución y abundancia de **los** pelágicos pequeños a **través del** tiempo no han sido claramente comprendidos y se han discutido como causas **tanto factores** bióticos (disponibilidad de alimento, competencia y **depredación**) como abióticos (patrones de **circulación**) (Lasker and MacCall, 1983; Parrish, 1983; Butler, 1991; en Cisneros-Mata *et al.*, 1995). Durante la temporada 1991-1992 las variaciones encontradas parecen haber sido consecuencia de la falta de surgencias debido a **los** vientos **débiles** del norte. La ausencia de las surgencias durante el otoño e **invierno** parece asociarse a El Niño observado para ese **período** (Cisneros-Mata *et al.*, 1997). De acuerdo con lo anterior, no es **difícil** suponer que la sardina Monterrey haya sido presa importante en la **lobera** de Isla Lobos, ya que durante el otoño de 1991 se **encontró** en la Bahía de San Luis Gonzaga. Durante la temporada 1995-1996 la distribución de la sardina **tendió** a la normalidad. En otoño fue **capturada** principalmente en la región de **las** grandes islas y su captura en esta **región** **disminuyó** en invierno. **Al** inicio de la primavera las capturas ocurrieron en **ambas costas** del golfo, **al** norte de Guaymas y Santa Rosalia, mientras que **al** final de esta temporada y durante el verano se **capturó** casi **únicamente** en el área de Santa Rosalia

(Cisneros-Mata *et al.*, 1997). Los resultados de alimentación muestran que para el mismo período, el lobo marino de California consumió principalmente sardina en el área del Canal de Ballenas durante el otoño (septiembre). En esta fecha la sardina fue también importante al sur, en las loberas de El Rasito y San Esteban y, aunque su valor relativo fue menor que en Los Machos, éste fue mayor que en los sitios del norte (Los Cantiles y Granito). La tendencia por disminuir la importancia de la sardina en la alimentación del lobo marino hacia el norte de las grandes islas es seguramente también el reflejo de la disponibilidad del recurso. Durante la temporada 1995/1996 esta especie no se encontró tan al norte como se encontró durante 1991/1992, debido probablemente a la presencia de fuertes surgencias en la costa frente a Santa Rosalía (Cisneros-Mata *et al.*, 1997). Consecuentemente la sardina no fue consumida en Isla Lobos.

A partir de la longitud total del otolito se pudo estimar la talla de los individuos de la sardina Monterrey consumidos en las diferentes loberas del Golfo de California a través del tiempo. De acuerdo con Alvarado-Castillo *et al.* (1996) ambas variables se relacionan de la siguiente manera:

$$\text{Talla del pez} = 7.4 + 47.2 \times \text{Long. del otolito}$$

(n = 2740; r = 0.85)

La talla promedio consumida por el lobo marino de California fue de 149.8 mm (± 15 mm). Este valor es ligeramente menor al promedio de tallas (172.8 mm) capturadas durante la temporada 1995/1996; sin embargo cae dentro del intervalo (133 a 202 mm) (Cisneros-Mata *et al.*, 1997). Las estimaciones realizadas muestran que durante el verano y la primavera las tallas fueran mayores que en el invierno (Fig. 31). Este comportamiento es similar al registrado en las capturas comerciales para los mismos años (Cisneros-Mata *et al.*, 1997). Una tendencia similar a esta variación temporal se presenta de manera local en las loberas adyacentes a la Isla Ángel de la Guarda, en donde en junio y septiembre se presentaron también las tallas mayores mientras que en enero se encontraron las menores (Fig. 32). Los cambios temporales en el tamaño de las sardinias consumidas por el lobo marino de California parecen estar relacionados con la temporada de reproducción, ya que después de la primavera los adultos abandonan la región de las grandes islas y la proporción de individuos jóvenes en esta región se incrementa. Es importante llevar al cabo estudios de alimentación en otras islas del golfo para poder relacionar con mayor precisión la información pesquera. Por ejemplo, la lobera de San Pedro Nolasco se ubica en la zona de desove de la sardina Monterrey. Infortunadamente no existen datos ni recolectas de esta isla debido principalmente a que es difícil descender en ella.

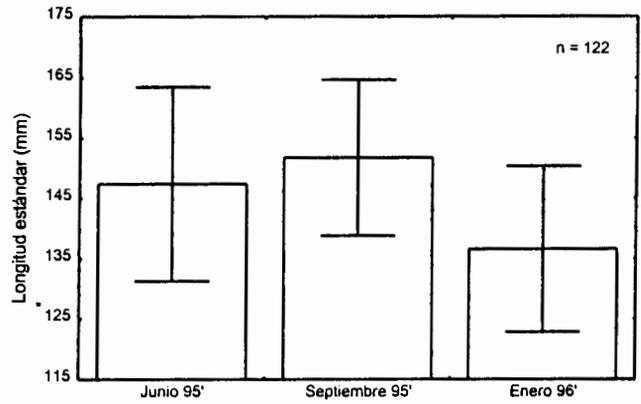


Figura 31. Tallas promedio y desviaciones estándar de los individuos de sardina Monterrey identificados en el muestreo.

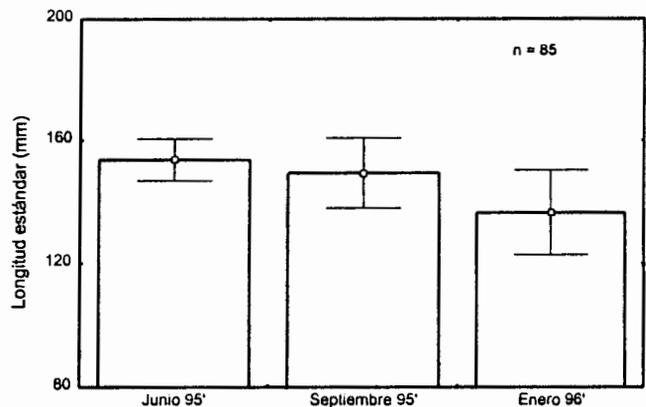


Figura 32. Tallas encontradas de los individuos de sardina Monterrey en la parte norte de la isla Ángel de la Guarda.

En las **loberas** de California también se **notan** cambios en las **tallas** consumidas en sitios diferentes. En las Islas **Farallón** los lobos marinos consumieron merluzas más grandes (de 250 mm a 360 mm) que en la Isla San Miguel (promedio, 166 mm) debido aparentemente a las diferencias en la distribución geográfica de individuos de diferentes **tallas**. Generalmente los individuos más jóvenes se encuentran **hacia** el **sur** y la edad y el tamaño de los peces se **incrementa** en **dirección** norte (Antonelis *et al.*, 1984; Bailey y Ainley, 1982). Variaciones anuales en la **tallas** de los individuos consumidos se detectaron a partir de 1975 en las Islas **Farallón**, cuando el **lobo** marino de California se alimentó de merluzas de dos **años** de edad. En 1976 **consumió** peces de tres **años** y entre 1977 y 1978, la importancia de esta presa **disminuyó** debido a que la fuerte clase de 1973 fue más **difícil** de capturar por el **incremento** en la talla y porque se encontró mar adentro. Debido a **ello**, fueron consumidas otras especies, principalmente roquetes (Bailey y Ainley, 1982).

Se tiene un **menor** conocimiento **sobre** los aspectos ecológicos de las demás presas del **lobo** marino de California. Sin embargo, es conveniente analizar esta **información** para señalar algunos puntos importantes. Del pez sable se desconoce su distribución dentro del Golfo; sin embargo, se sabe que habita mares tropicales y que aunque busca durante la noche la zona **costera** sobre fondos fangosos, muestra una preferencia por aguas abiertas. Cuando alcanza los 30 cm de longitud migra **hacia** aguas más profundas entre 100 y 500 m (De la Cruz-Agüero *et al.*, 1997; Torres-Orozco, 1991). La importancia de esta presa en las **loberas** más nortefías, principalmente en Isla Granito, puede explicarse por: 1) a la existencia de grandes concentraciones en esta zona por la presencia **hacia** la costa de San Luis Gonzaga de un **tipo** de fondo blando, 2) a la presencia de áreas marinas profundas, como la Cuenca **Delfín**, **o** 3) a la presencia de la sardina y la achoveta del norte, ya que **ambas** son parte de su alimento.

Las diferencias espaciales observadas en la importancia del pez **sapo** en el **alimento** del **lobo** marino no mostraron un patrón definido, quizá porque fueron resultado de las variaciones ocurridas en otras presas. También es posible que sea debido a que los individuos consumidos representen más de una especie que evita el reconocimiento de un patrón determinado. Los batracoides **sobre** los cuales el lobo marino de California se haya alimentado pudieron haber sido *Porichthys mimeticus* y *P. analis* debido a que son las especies más abundantes de esta familia en el Golfo de California (Collette, 1995). Sin embargo, es posible que *P. mimeticus* sea **menos** consumida por distribuirse en aguas relativamente más profundas, entre los 82 y 185 m (Lavenberg y Fitch, 1966; Walker y Rosenblatt, 1988). Los cambios temporales **observados** podrían ser consecuencia de los movimientos de los individuos reproductores **hacia** zonas intermareales, como sucede con *P. analis* y que, parecido a lo que ocurre con *P. notatus* (Arora, 1948), podrían presentarse también durante la primavera y el verano, coincidentemente cuando la importancia del pez sapo como presa fue mayor en todas las **loberas**.

La gran importancia de los mictofidos como presas del lobo marino parecen **reflejar** la alta **concentración** que pueden alcanzar en el Golfo de California. A pesar de que ninguna presa fue identificada, el número de especies consumidas aparentemente fue muy reducido y la mayor parte de los individuos pertenecieron a una **sola** especie (SPM0695-1). Esta alta dominancia parece estar correlacionada con los patrones generales de distribución de los mictofidos, ya que la diversidad dentro del golfo disminuye de sur a norte (Robison, 1972). En el Golfo de California *Triphoturus mexicanus* es la especie más importante y es casi la **única** especie que se distribuye **entre** los 25° y 29° N (Robison, 1972). Sin embargo, esta no parece ser la presa **SPM0695-1** ya que las características morfológicas del otolito **entre** **ambas** son muy diferentes. Las **loberas** en las cuales apareció **SPM0695-1** y en general los otros mictofidos coinciden también con el área de distribución más importante del pez linterna, *Bentho-sema panamense*, localizada **al** norte de la cuenca Salsipuedes (Robison, 1972). Sin

embargo, todavía falta por confirmar que **SPM0695-1** sea la misma especie. La ligera tendencia **hacia** una mayor importancia de **los mictofidos sobre las loberas** del sur quizá no sea debido a su mayor abundancia, sino a la ausencia de presas como la sardina Monterrey, el pez sable o la anchoveta bocona, que obliga a los lobos marinos a consumir otro **tipo** de alimento.

El patrón de aparición de la **macarela** observado en el alimento del lobo marino de California fue muy similar al ocurrido con presa sardina Monterrey: una mayor importancia fue observada **hacia** el Canal de Ballenas, y una **menor hacia** las loberas del norte. Aunque no hay mucha información disponible **sobre** los movimientos migratorios de la **macarela** dentro del golfo, evidencias **basadas** en las capturas comerciales indican que suele asociarse con la sardina Monterrey, aunque en **volúmenes menores** como ocurre en 1984-1986 (Arvizu-Martínez, 1987) ya que la sardina es presa **común** de la macarela. Variaciones similares en la importancia de ambas especies han sido **notadas** a partir del análisis estomacal del calamar gigante, *Dosidicus gigas* (Ehrhardt, 1991).

La presencia de los cefalopodos en la alimentación del lobo marino de California tendió a ser más importante al sur de las Grandes Islas debido a que aquí probablemente se encuentra una **gran concentración** de estos organismos, **sobre todo** de las especies del suborden Oegopsida, que se caracteriza por incluir **formas** oceánicas (Roper y Young, 1975) y que fue el grupo más consumido (Fig. 33, Tabla 12). Poco se sabe acerca de la **distribución** y abundancia de los cefalopodos en el golfo y la escasa información que existe es **sobre** el calamar gigante, que generalmente **llega** hasta los 28° N; es decir al sur de la región de las Grandes Islas (Ehrhardt, 1991).

El **consumo** de anchoveta tendió a ser **menos** importante **hacia** el canal de Ballenas y en general **hacia** aquellas áreas en donde la sardina Monterrey alcanza sus máximos valores. El bajo traslapamiento espacial de estas dos especies ha sido **también** registrada en otros trabajos. La anchoveta **comenzó** a aparecer en el Golfo de California durante el **período 1985-1986**, debido a las condiciones propicias que se presentaron, probablemente por la entrada de agua fría (Cisneros-Mata *et al.*, 1987). **Esta** especie comenzó un proceso de **sustitución** de la sardina Monterrey,

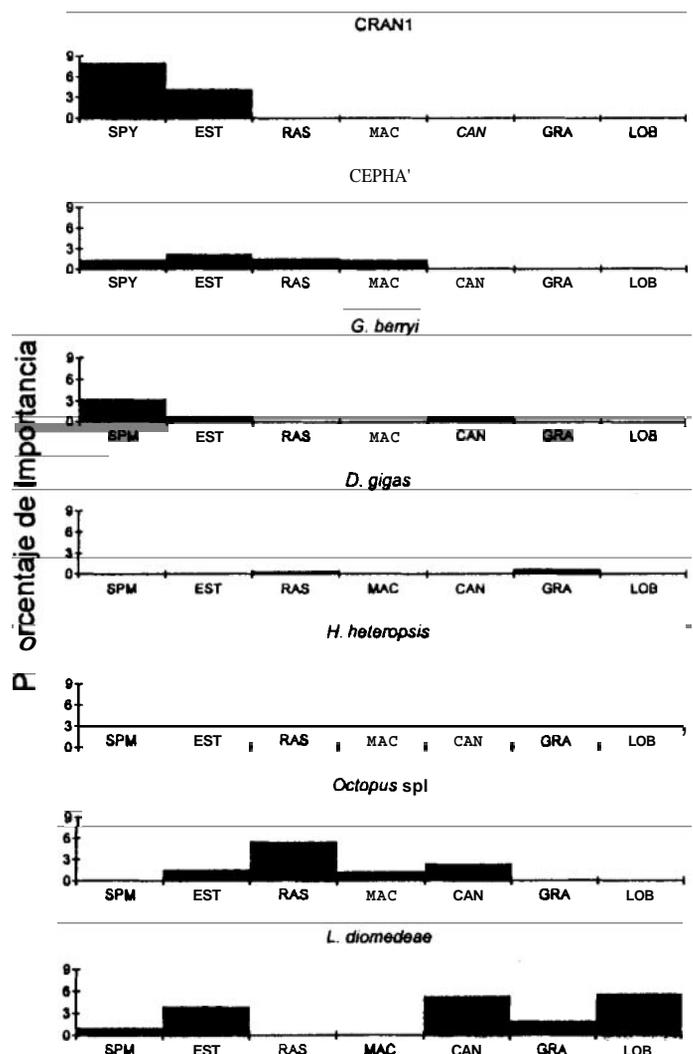


Figura 33. Importancia de los cefalopodos en el alimento del lobo marino de California.

Tabla 12. Habitat de las especies de cefalopodos consumidos por el lobo marino de California.

Orden	Suborden	Familia	Presa	Habitat	
				Dia	Noche
Teuthoidea	Oegoposida	Gonatidae	<i>Gonatus berryi</i>	300 - 1200 m	100 - 1200 m
		Histioteuthidae	<i>Histioteuthis heteropsis</i>	300 - 1200 m	0 - 1200 m
		?	CEPHA*		
		Cranchidae	CRAN1	La mayoría abajo de los 600 - 700 m	
	Ornastrephidae	<i>Dosidicus gigas</i>	Especie epipelagica		
	Myopsidae	Loliginidae	<i>Loliopsis diomedea</i>	Especie neritica; no se encuentran en aguas profundas	
Octopoda		Octopodidae	<i>Octopus</i> sp1	-	-
			<i>Octopus</i> sp2	-	-

cuyas capturas comerciales han disminuido considerablemente en años recientes (Cisneros-Mata *et al.*, 1995). Es posible que una competencia entre individuos adultos de la sardina Monterrey y la anchoveta pudiera haber disminuido la disponibilidad del alimento para la sardina. Por otro lado, Butler (1987, en Cisneros-Mata *et al.*, 1995), sugiere que el descenso poblacional de la Sardina Monterrey se debio, mas que a la competencia, a la depredación sobre los huevos y larvas que realiza la anchoveta del norte.

Con respecto a la anchoveta bocona, cabe hacer notar que unicamente estuvo presente en Isla Lobos. Esta presa es una especie pelagico-costera que se encuentra hasta los ocho km mar afuera y alcanza una profundidad de 25 m. Es tambien característica de los ambientes estuarino-lagunares, por lo que forma parte tanto de la fauna ictica típica de las lagunas litorales del norte de Sinaloa y sur de Sonora como de las pocas que existen en la costa oeste del golfo (Castro-Aguirre *et al.*, 1995). La presencia de esta presa en Isla Lobos es probablemente debido a las condiciones topográficas del litoral, ya que entre la Bahía de San Luis Gonzaga y la desembocadura del Rio Colorado, la costa arenosa apenas es interrumpida por una punta rocosa en San Felipe (Walker, 1960).

Los costos energeticos en relación con la búsqueda y captura pueden reducirse si se conocen las areas de alimentacion y se consumen presas abundantes. La ventaja de una estrategia alimentaria preferente es debido a que los depredadores se especializan en consumir un tipo de presa; esta ventaja se incrementa cuando la abundancia de las especies consumidas es alta (Alcock, 1978). En la parte norte del Golfo, el lobo marino podna obtener de la gran biomasa, principalmente de la de los peces pelagicos, un aporte energético importante en relación con el tiempo y la energia invertida. El gran numero de loberas reproductoras y no reproductoras, la alta producción de crias (91.2% de la producida en el golfo) y el elevado numero de animales que ahi viven (alrededor del 80% del golfo) son consecuencia probablemente de las ventajas que obtiene de la region este pinnipedo (Auriolles-Gamboa, 1988).

Los cambios espacio-temporales en las capturas comerciales de la sardina Monterrey han permitido detectar una correlación positiva entre su disponibilidad y su importancia en el alimento. No en todas las especies, sin

embargo, **ambas** variables **deben** estar relacionadas ya que la presencia de una nueva presa puede deberse más a la ausencia de otra, que **al incremento** de su propia abundancia. Por tal motivo tratar de explicar en todos **los casos los** cambios en la alimentación como resultado de cambios en la disponibilidad del alimento no siempre puede ser válido. Los cambios temporales en la **composición** del alimento también pueden ser debido a **los** cambios en la estructura poblacional ya que es probable que las distintas clases de edad y **sexo** desarrollen estrategias alimentarias diferentes. **Al respecto** Aurióles-Gamboa *et al.*, (en **preparación**) observo que en la **lobera** de Los Islotes **los** machos subadultos presentan un patrón claro que involucra el arribo de una gran número de individuos durante el **invierno** y su salida durante el verano (Aurióles-Gamboa *et al.*, 1983). Este patrón coincide claramente con la importancia del pez **lagarto**, *Aulopus* bajacali, lo cual **plantea**, como alternativa a la disponibilidad del **recurso**, que su importancia como presas se debe a la **depredación** por parte de **los** machos subadultos. **Existen** otros elementos que apoyan lo anterior; esa especie habita preferentemente la plataforma continental externa a profundidades que oscilan entre **los** 75 y 220 m (Castro-Aguirre *et al.*, 1993) y **los** machos subadultos desarrollan buceos más profundos, **al menos** que las **hembras**. Este hecho les **confiere** una mayor probabilidad de consumir a esta presa. En la región del cinturón insular del Golfo de California, se cuenta con poca **información** que permita apoyar este tipo de ideas.

Las presas cuya **relación** entre la disponibilidad y su presencia en el alimento ha sido reconocida, parecen ser las que modulan el comportamiento alimentario del lobo marino, como sucede en aguas norteamericanas con la merluza y la anchoveta y como parece suceder **al menos** en algunas de las **loberas** del Golfo de California con la **sardina** Monterrey. Es importante diseñar estudios con el fin de determinar efectivamente diferencias alimentarias entre individuos de diferente sexo y edad, así como incrementar esfuerzos para tener un mayor conocimiento de **los** cambios espacio-temporales de la ictiofauna en el área.

4.5. El alimento como factor determinante en la dinámica poblacional de la especie

En la parte norte del Golfo de California; es decir en el **área** que se encuentra por arriba de la línea **imaginaria** que une Punta San Francisquito, **Baja** California y Bahía Kino, Sonora, se encuentra la mayor **densidad** y abundancia de lobos marinos. De acuerdo con Aurióles-Gamboa (1988), la gran abundancia en esta área no es consecuencia del número de islas presentes ya que en la parte central del golfo, en donde son conocidos más sitios insulares, la **cantidad** de individuos es **menor**. La **distribución** aparentemente **está** más relacionada con la gran biomasa de recursos alimentarios que se encuentra y que se desarrolla debido a las altas concentraciones de nutrientes que también ahí se **generan** (Alvarez-Borrego, 1983; Aurióles-Gamboa, 1988; Santamaría-Del Ángel *et al.*, 1995). Se ha discutido, incluso, que el Canal de **Ballenas** puede **servir** como refugio de muchas especies de aves y mamíferos marinos durante condiciones **climáticas**, como El **Niño**, que provocan una disminución en la productividad (Tershy *et al.*, 1991). Si bien el tipo de sustrato representa para el lobo marino un factor importante que determina la ubicación de **los** individuos dentro de la **isla** (Aurióles-Gamboa y Zavala-González, 1994), una mayor disponibilidad de recursos nutricionales debe condicionar la distribución de las poblaciones y las variaciones en su abundancia a nivel geográfico.

El **lobo** marino de California en el Golfo de California presentó cambios en su **número** y estructura poblacional a **través** del tiempo. El **número** promedio de animales en las **loberas** estudiadas fue **menor** en la primavera e **invierno** y mayor en el verano. Este patrón ha sido asociado en muchos sitios con la temporada de

reproducción de la especie debido a que las **hembras**, que son la clase de individuos más numerosa, incrementan su abundancia en verano, cuando llegan a las islas a **parir**. Un incremento poblacional de **crías** y de machos adultos también se presenta en esta temporada y **sólo** el número de machos subadultos disminuye (Aurioles-Gamboa, 1982; Aurioles-Gamboa et al., 1983; Aurioles-Gamboa, 1988).

La búsqueda de **alimento** es un **aspecto también** importante en la **modulación** de los desplazamientos de los lobos marinos y en la presencia de diferentes patrones de cambios temporales en la abundancia y en la estructura poblacional entre las **loberas**. El patrón temporal **en** las variaciones promedio encontrado a partir de **las siete loberas** no fue representativo de todos **los** sitios. Mientras que en San Pedro Martir, San Esteban, El Rasito e Islas Lobos el mayor número de animales se **encontró** en junio (durante la **época** de reproducción), en las **loberas** de Los Machos, Los **Cantiles** e **Isla Granito** la mayor abundancia se presentó en septiembre (después del **período reproductivo**). El incremento poblacional posreproductivo encontrado en la costa que rodea la parte norte de la **Isla Ángel** de la Guarda, puede ser asociado con una mayor disponibilidad de alimento, **sobre todo** con la sardina Monterrey, que durante septiembre incrementa su **concentración** en esta zona y es una de las presas preferidas por el lobo marino.

Con **respecto** a los cambios en la estructura poblacional a través del tiempo, las **hembras**, por ser la clase **más** numerosa, fueron las que contribuyeron principalmente en **los** incrementos notorios ocurridos de junio a septiembre en Los Machos, Los **Cantiles** e **Isla Granito**. Sin embargo, **los** cambios en abundancia relativa fueron más importantes en **los** machos subadultos, **los** cuales **además**, incrementaron también su número poblacional en septiembre en las **loberas** de Los Machos, Los Cantiles, **Isla Granito** y El Rasito. En general, **los** machos subadultos tendieron a incrementar su importancia relativa **hacia** la parte norte de la **Isla Ángel** de la Guarda (**Isla Granito** y Los Cantiles) **conforme** se **acercó** el invierno; de hecho, en enero, el único sitio en donde el número de machos subadultos no disminuyó fue en Los **Cantiles** (Figs. 24 y 27). **Resultados** similares fueron obtenidos a partir de los censos realizados entre 1979 y 1980 en **relación** con la tendencia que presentaron **los** machos subadultos **al** incrementar su número poblacional de verano a **invierno** en **Isla Granito** y Los **Cantiles** (Aurioles-Gamboa, 1982; Aurioles-Gamboa et al., 1983). Parecido a **los** cambios observados en **los** machos subadultos, **los** machos adultos también fueron proporcionalmente más importantes en enero y su número poblacional **tampoco** disminuyó en Los **Cantiles** durante esta fecha.

Variaciones en la abundancia y en la estructura poblacional del lobo marino de California también han sido observadas en otros sitios de su **distribución**. Cuando termina la temporada de reproducción, el tamaño poblacional en el **centro** de California, Estados Unidos, disminuye mientras que en el norte aumenta. Estas variaciones han sido explicadas en función del desplazamiento masivo de animales, **sobre todo** de machos adultos y subadultos que se **mueven** desde **las Islas del Canal hacia** el norte. En **Isla Año Nuevo**, California, el número de animales aumentó de agosto a julio, de 15 a 13,000 y casi todos fueron machos adultos y subadultos (Orr y Helm, 1989). A principios de la primavera la población, en el Centro de California nuevamente se incrementa debido **al** **regreso** de **los** individuos **hacia** el sur con fines reproductivos (Fry, 1939; en Aurioles-Gamboa, 1982). Se ha sugerido **también** que para las Islas del Canal las **hembras** de **lobo** marino se **mueven hacia** el **sur después** de la temporada de reproducción (Bartolomew, 1967, en Odell, 1975).

Los cambios ocurridos en la estructura poblacional en **las loberas del** Golfo de California son consecuencia de las diferentes estrategias que **los** lobos marinos desarrollan en función de su edad y **sexo** y que aparentemente **les confieren** ventajas adaptativas **al** incrementar su **oportunidad** para la futura reproducción (Aurioles-Gamboa,

1988). Los incrementos poblacionales presentados **conforme** avanza el invierno en algunas **loberas**, parecen estar relacionados con la **búsqueda** de alimento en zonas mas productivas de parte de las **hembras adultas** y machos subadultos y adultos. Las **hembras** migrantes probablemente son **hembras** sin crias debido a que: 1) el numero de crias no aumento con el numero de **hembras**; 2) **al** alcanzar la madurez sexual se presenta una disminucion significativa en la mortalidad de las **hembras adultas**, la cual ha sido asociada **al** incremento en la permanencia de **las hembras** lactantes debido **al** cuidado de sus crias (Aurioles-Gamboa, 1988; Hernandez-Camacho, 1996). En Los Islotes, B.C.S. para **los** primeros diez años de vida la mortalidad anual de **los** machos sexualmente maduros fue mayor **al** 12%, mientras en las **hembras adultas** no fue mayor **al** 4% (Hernandez-Camacho, 1996).

Las ventajas que obtienen **los** machos **al** desplazarse **hacia** otros sitios **deben** estar asociadas con la mayor obtencion de energía en **relación** con el tiempo y esfuerzo invertido. En el Golfo de California **los** sitios importantes **parecen** estar asociadas a la presencia de la sardina Monterrey y del pez sable. Cuando la sardina estuvo disponible en la region del Canal durante septiembre la importancia relativa de **los** machos subadultos aumento en las **loberas** cercanas a esta region. Cuando la sardina fue mas importante **al** norte y oeste de la Isla Angel de la Guarda, en enero, **los** machos adultos y subadultos fueron mas abundantes aqui (Figs. 21 y 27). Una mayor ganancia neta de alimento permitira a **los** machos subadultos tener mas oportunidad de copular **al** alcanzar la madurez **física** mas **rápido** y a **los** machos adultos **soportar** la **temporada** reproductiva defendiendo su territorio y copulando sin ingerir alimentos (Aurioles-Gamboa, 1988).

4.6 Interacción lobos marinos-pesquerías.

La **cantidad** de alimento que las colonias estudiadas del **lobo** marino de California consumieron **al** año fue estimada en unas 20,599 t. Una **estimación** basada en la misma asignacion de la ingestión a cada clases de edad y sexo fue hecha para **los** años de 1990 y 1991 por Zavala-Gonzalez (1993). De acuerdo con este autor, el volumen consumido para la region de las **grandes** islas fue de 31,127 t. La diferencia entre estas dos estimaciones es debe a que este investigador trabajo en **más** **loberas** y a que el total de individuos que **contó** fue mayor **al** observado en **los** mismos sitios.

Los lobos marinos consumieron una biomasa mucho **menor** a la que extrajo la pesqueria de pelagicos pequefios que descargo en Yavaros y Guaymas, Sonora, durante la temporada 1995-1996. De las 246,458 t, el 8% represento el **consumo** de **los** lobos marinos, mientras que el 92% las capturas de **las** pesquerias comerciales. Aunque las estimaciones del alimento consumido son conservadoras debido a que no fueron consideradas para el calculo las demas **loberas** del golfo, el **área** de estudio concentra el mayor **número** de individuos (65%) (Aurioles-Gamboa y Zavala-Gonzalez, 1994), y aun considerando a las colonias faltantes la biomasa removida deberia seguir siendo **menor** a la de las capturas comerciales.

Las cuatro presas principales del **lobo** marino que **también** son de interes comercial, representaron en **conjunto** el 16% de la biomasa ingerida. En la figura 34 se muestra de cada una de las presas el porcentaje de biomasa consumido por **los** lobos marinos y el extraido por las pesquerias comerciales. En cuanto a la sardina Monterrey y a **la** anchoveta, la biomasa que consumieron (1,810 y 1,081 t, respectivamente) fue mucho **menor** que la que removio la pesqueria (200,870 y 4,217 t, respectivamente). Con la **macarela** sucedio lo **inverso**, ya que **los** lobos consumieron una biomasa mayor (674 t) que la que se removio comercialmente (242 t). La **cantidad** de

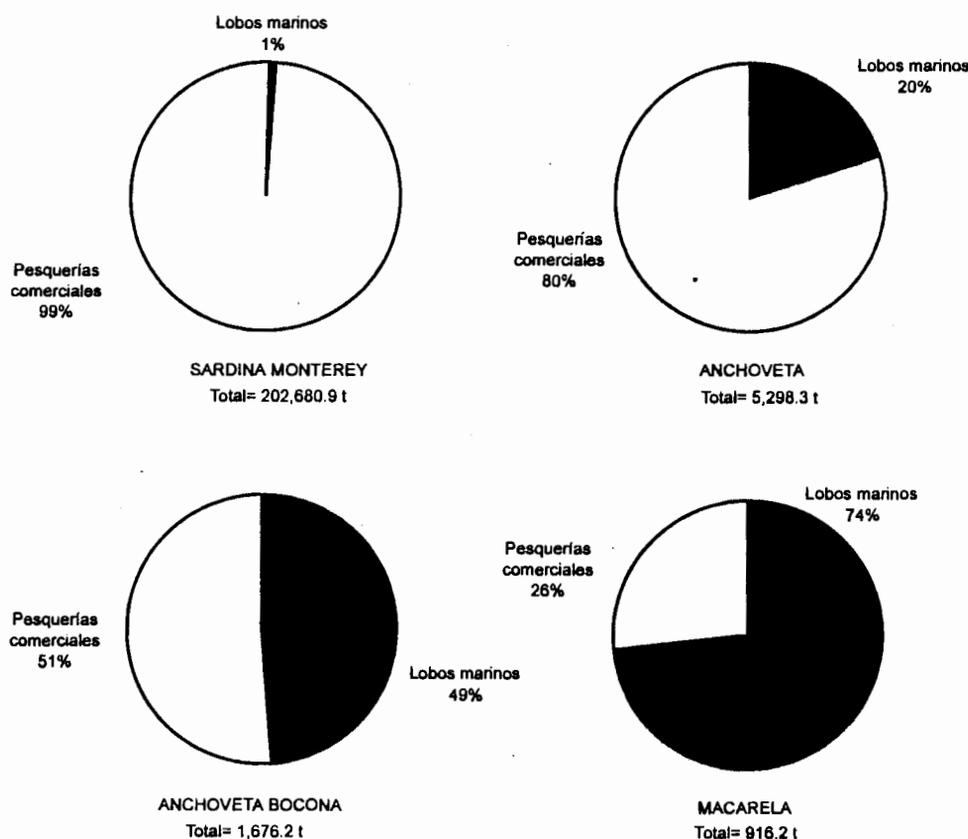


Figura 34. Biomasa de las capturas comerciales y del consumo del lobo marino de California. (La información pesquera fue tomada de Cisneros-Mata, 1997).

anchoveta bocona consumida y removida por los lobos y pesquerías fue similar (820 y 856 t, respectivamente). Los cálculos del consumo de estas cuatro presas se consideran subestimados debido a que no todas las loberas ubicadas en el área de pesca fueron consideradas; también, debido a que el número de animales utilizados para el cálculo no involucró aquellos individuos que se encontraron en el mar y que de acuerdo con Bonnell y Ford (1987) puede ser alrededor del 18% del total durante la temporada de reproducción.

Dos de las cuatro especies observadas son quizá las que tienen mayor probabilidad de provocar efectos negativos en la población del lobo marino si sus abundancias disminuyeran. Por una parte la sardina Monterrey, que además de ser altamente impredecible, vulnerable a la explotación y de difícil manejo, es la especie pelágica más capturada en el Golfo de California (Cisneros-Mata *et al.*, 1995). Es una de las presas más importantes del lobo marino, sobre todo en Los Machos, cuya presencia en septiembre provocó el descenso marcado en la diversidad alimentaria. Las tallas consumidas, aparentemente son también tallas comerciales. La disminución del tamaño poblacional de la sardina Monterrey por el efecto combinado de factores ambientales, relaciones intra e interespecíficas y actividades de pesca (Cisneros-Mata *et al.*, 1997), no solo podría afectar al lobo marino, sino también otras especies que la consumen y que a su vez forman también parte importante del alimento de este pinnípedo como es el caso del pez sable. La anchoveta bocona, por otra parte, parece ser también una especie clave para el lobo marino. A pesar de que no fue encontrada como presa en seis de las siete colonias estudiadas, su consumo fue aparentemente alto en Isla Lobos, cuyo tamaño poblacional representa en promedio casi el 20% del total de la siete loberas (Tabla 11).

En Estados Unidos la merluza, *Merluccius productus*, representa una especie de gran interés tanto para los lobos marinos como para las pesquerías. En el Golfo de California, sin embargo, esta situación no se presenta debido a que no es una presa sobresaliente y tampoco es capturada en grandes cantidades. Los otolitos recuperados de la merluza no fueron identificados en su mayoría a nivel de especie debido a su desgaste, sin embargo es posible que se trate de *M. productus* ya que presenta una distribución más al norte del Golfo que *M. angustimanus* (Inada, 1981, Mathews, 1985).

Los individuos más afectados cuando los recursos alimenticios escasean son las hembras, ya que la presencia de las crías las obliga a estar más ligadas al territorio insular debido a que tienen que alternar el tiempo que pasan alimentándose con el que dedican al amantamiento. En estudios realizados con otras especies de pinnípedos se ha notado que en estas condiciones las hembras lactantes invierten una mayor cantidad de energía por día en conseguir sus presas (Costa y Gentry, 1986) o incrementan la duración de sus viajes de alimentación (Costa et al., 1989). Durante 1984, la disminución de krill en Georgia del Sur, provocó que las hembras del lobo fino Antártico, *Arctocephalus gazella*, tuvieran que utilizar el doble de tiempo para conseguir su alimento que en 1985. Los cambios en la disponibilidad de este crustáceo, que constituye casi la única presa del lobo fino Antártico, afectaron a las hembras lactantes a presentar un factor de condición menor al encontrado en 1985, una mayor mortalidad de crías y mayor proporción de crías muertas por inanición durante 1984 (Costa et al., 1989). Efectos similares han sido observados en el lobo marino de California. Durante el Niño de 1982-1983 el número de hembras parturientas disminuyó y la producción de crías se redujo a la mitad en Isla Margarita, B.C.S., debido aparentemente a la disminución de alimento que obligó a las hembras a pasar más tiempo alimentándose y trajo como consecuencia su menor condición corporal (Aurioles-Gamboa y LeBouef, 1991). La escasez de alimento afecta también a las hembras debido a que durante la lactancia requieren incorporar una mayor cantidad de energía. Los resultados de Perez y Mooney (1986), indican que en el lobo fino del norte, *Callorhinus ursinus*, las hembras lactantes tuvieron una tasa de alimentación diaria 1.6 veces mayor que las hembras no lactantes.

La variación en la disponibilidad de los recursos alimenticios incide en consecuencia en los cambios observados en las poblaciones de los pinnípedos. El incremento de la población del lobo marino de California observado en las Islas Farrallón a partir de 1976 parece estar relacionado con el aumento de la merluza, luego que terminó su pesquería en California Central (Ainley et al., 1982). En contraste, la disminución de la población del lobo en la zona de estudio en el Golfo de California a partir de 1990, aparentemente está relacionada con un decremento en la disponibilidad de la sardina Monterrey (Aurioles-Gamboa y García Rodríguez, en preparación)

La dinámica poblacional de las presas de los pinnípedos, no solamente dependen de las variaciones climáticas y de sus propios mecanismos de regulación. Cambios en la abundancia de estas y en general de los recursos marinos pueden ser también consecuencia de actividades humanas. Para la sardina Monterrey, la sobrepesca debe jugar un papel importante, debido a que altos niveles de explotación pueden coincidir con las condiciones ambientales no favorables como El Niño (Cisneros-Mata et al., 1997).

4.6. Análisis metodológico

Uso de los copros como herramienta para realizar estudios de alimentación

Los estudios de alimentación del lobo marino de California se han basado comúnmente en el análisis de muestras fecales (Fiscus y Baines, 1966; Bailey y Ainley, 1982; Antonelis *et al.*, 1984; Aurióles-Gamboa *et al.*, 1984; De Anda-Delgado, 1985; Orta-Davila, 1988; Lowry *et al.*, 1990; Lowry *et al.*, 1991; Sánchez-Arias, 1992; García-Rodríguez, 1995;). Sin embargo, es importante considerar que por el proceso de digestión, los otolitos que se recuperan en los copros se pueden encontrar en un estado considerablemente alterado debido a la acción de los ácidos estomacales. Así, si se pretende conocer las tallas de los peces a partir de estos, los resultados pueden ser subestimados. En muchos trabajos, incluyendo este, se ha tratado de precisar las estimaciones mediante el uso únicamente de otolitos en buenas condiciones, asumiendo que los tamaños de las piezas no erosionadas representan una muestra precisa de los tamaños de los otolitos incorporados en el alimento. El efecto extremo de los ácidos estomacales es la digestión completa de las piezas, causando la subestimación del consumo de algunas especies y la sobrestimación del consumo de otras. Muchos experimentos han tratado de evaluar este efecto en relación con el tamaño y la forma del otolito y los resultados han mostrado que las formas pequeñas y ligeras son las primeras en digerirse (Da Silva y Neilson, 1985; Murie y Lavigne, 1985; Jobling y Breiby, 1986; Jobling, 1987; García-Maldonado, 1997; Tollit *et al.*, 1997). A diferencia de los otolitos, las mandíbulas de cefalópodos son frecuentemente regurgitadas. Esta diferencia puede ser debida a que las mandíbulas son más difíciles de digerir por estar compuestas de material quitinoso (Hawes, 1983). En la foca de puerto, *Phoca vitulina*, las mandíbulas se acumulan en el estómago y son regurgitadas periódicamente (Pitcher, 1980).

En la región de las grandes islas del Golfo de California, las presas más importantes del lobo marino de California son especies pelágicas que se caracterizan, como los demás nadadores rápidos, por presentar otolitos poco densos, frágiles y pequeños (Nolf, 1993). Los mictofidos, también importantes en la alimentación de este pinnípedo, poseen formas pequeñas; quizá las más pequeñas que pueden recuperarse en los copros. La sardina Monterrey, el pez sable, la anchoveta del norte, la anchoveta bocona, la macarela y los mictofidos presentan otolitos frágiles y pequeños, por lo cual sus importancias en la alimentación del lobo marino de California podrían estar subestimadas. Es posible también que los cefalópodos hayan sido consumidos con mayor intensidad.

Aunque las muestras estomacales proporcionan información tanto de la ecología alimentaria de la población como de los hábitos alimentarios de los individuos de diferente edad y sexo, su utilidad en los estudios de alimentación de pinnípedos no es común debido a que se requiere del sacrificio de una gran cantidad de animales, lo cual hace a la técnica costosa e impráctica. El análisis del contenido estomacal del lobo marino en México se dificulta debido a que esta especie se encuentra bajo Protección Especial y particularmente en el Golfo de California por habitar un Área Natural Protegida (la Reserva de las Islas del Golfo e California) (Diario Oficial de la Federación, 02/08/1978).

Interpretación de los indicadores de importancia

En la **figura 13c** se muestra la ausencia de una **relación** lineal entre el **Índice** de Sander y la **Abundancia** relativa. Esto es debido a que los **otolitos** no se encuentran distribuidos uniformemente en los **copros**. Cuando un *lobo* marino de California se alimenta de peces pequeños, una **gran cantidad** de otolitos deberían aparecer en el copro correspondiente. Así, mediante el uso de la abundancia relativa **esta** especie prese **tendría** un **papel** muy importante en la alimentación. Por ejemplo, para los datos provenientes de la **lobera** de San Pedro Martir de junio de 1995, el número de otolitos recuperados de anchoveta fueron 165, de los cuales 132 estuvieron presentes solamente en un copro. Al utilizar el IIMP y el IVB el valor estimado mediante la AR baja debido a que el número de **estructuras** recuperadas se **pondera** a la **unidad** de muestreo o copro en donde han sido encontradas. La **utilización** del IIMP en estudios de alimentación basados en muestras fecales tiene importantes implicaciones. Por ejemplo, puesto que ha sido **notado** para algunas presas un **grado** de erosión diferencial de los otolitos debido a la **acción** de los ácidos estomacales (Da Silva y Neilson, 1985; Jobling, 1987; Jobling y Breiby, 1986; Murie y Lavigne, 1985; Tollit et al., 1997), los **errores** se reducen si los copros que se analizan provienen de lobos que consumieron solo un **tipo** de presa, ya que no importaría si aparecieran muchos o pocos, **sino** la evidencia de que ese **tipo** de presa ha sido consumido. Otra consideración es que debido a la diferencia en **tallas**, pesos e inclusive en contenido **energético** de las presas, su importancia mediante un **índice** numérico puede sesgar más los resultados. De acuerdo con Hawes (1983) y Frost y Lowry (1980), el uso de la abundancia relativa como medida de importancia parece generar problemas cuando el peso corporal de las presas varía entre las especies ya que la importancia de los peces pequeños es sobrestimada.

La importancia del tamaño de muestra

Comúnmente muchos estudios que analizan la diversidad entre **lugares** o fechas hacen comparaciones de los índices ecológicos sin **hacer** previamente un **análisis** y revisión acerca de la representatividad de las muestras. Una **situación** de este tipo puede arrojar resultados que carecen de fundamento metodológico y consecuentemente de credibilidad. Las curvas de diversidad han sido aplicadas a estudios de alimentación para evitar tales sesgos ya que **además** de asegurar un mejor estimador de la diversidad, **proveen** un **método** para evaluar el tamaño de la muestra **basado** en el número de especies y sus proporciones en la alimentación (Magurran, 1988).

Debido a que los cálculos de la diversidad fueron **basado** en el IIMP, no fue posible encontrar el estimador de la diversidad poblacional para cada uno de los muestreos tal como lo **propone** el **método** de Pielou (Cortes, 1997). El IIMP maneja los valores relativos y no el número de individuos (otolitos), que es requerido para estimar los incrementos en la diversidad para aquellas unidades de muestreo que se encuentran después de que la curva se estabiliza (Hoffman, 1978; Hurtubia, 1973). Sin embargo, las tendencias de las curvas pudieran ser de mejor utilidad para comparar la diversidad alimentaria que las estimaciones de las diversidades **basadas** en el **máximo** número de copros de cada **lobera** y fecha.

En general, el **tamaño** de muestra parece estar bien representado por diez copros (para cada **lobera** en **una** fecha determinada). Sin embargo este valor varía principalmente dependiendo del sitio. **Loberas**, en donde se observó una mayor dependencia por un número reducido de presas, consecuentemente debieron requerir **una** menor intensidad de muestreo (por ejemplo Los Machos). Lo **contrario** parece observarse en San Pedro Martir. De este

análisis es conveniente resaltar que en la lobera de Los Cantiles, con **excepción** de septiembre de 1995, los muestreos parecen haber requerido un **número** mayor de copros recolectados. La información, por lo **tanto**, que se desprende de estos meses puede haber sesgado la **interpretación** de la alimentación real de la colonia. Algo similar sucedió durante el muestreo de **mayo** de 1996 en Isla Granito, en donde el número de copros fue muy pequeño y solamente se identificó **al** pez sable. Sin embargo, la información que proporcionan estas recolectas, aparentemente con un **tamaño** de muestra insuficiente, debería tomarse en cuenta por lo siguiente: a) Los estudios de alimentación realizados con el **lobo** marino de California muestran que de la amplia **variedad** de especies consumidas, muy pocas presas son consideradas importantes, **sobre todo** en lugares en donde algunas especies pelágicas, como la anchoveta del norte, son abundantes (Lowry *et al.*, 1990; Lowry *et al.*, 1991; García-Rodríguez, 1995). El **número** de muestras que debería analizarse, por tal motivo, quizá no sea tan **grande** como para representar un alto porcentaje de las especies consumidas, **sobre todo** de las presas principales. b) En las recolectas en donde el número de copros pareció ser óptimo, este no fue mucho mayor **al** revisado en las otras recolectas en donde la diversidad no **alcanzó** aparentemente a ser estable. De esta **manera**, si bien no determinamos la mayor parte de los componentes alimentarios, si los más importantes. Es claro, por **ejemplo**, que a pesar del reducido número de copros analizados, y de que probablemente su **consumo** este sobrestimado, el pez sable debe ser una presa muy importante en Isla Granito.

El número de copros analizados en la **figura 14** no representa el número de copros recolectados. En una buena parte de estos (alrededor del 50%) no es posible recuperar otolitos o mandíbulas de cefalópodos. Esta **observación** debe ser también considerada cuando se pretende **hacer** el **diseño** del muestreo.

5

Conclusiones

1. El alimento del lobo marino de California estuvo integrado por peces, cefalopodos y crustaceos. Los cefalopodos tendieron a ser mas frecuentes **hacia** la parte sur de la region de las Grandes Islas del Golfo de California y **los** peces dominaron en el norte. Independientemente de este patron, **los** peces fueron siempre el **grupo** mas importante en todas las **loberas**.
2. La composicion del alimento del lobo marino entre **loberas** fue diferente en cada una de las fechas de muestreo. Esto sugiere que **los** individuos de cada **lobera** acuden a sitios distintos para alimentarse.
3. La composicion del alimento vario tambien a traves del tiempo en cada una de las **loberas** aunque con diferente **intensidad**. En las **loberas** de San Pedro **Mártir** e **Isla Lobos** **los** cambios en la composicion y diversidad trofica fueron **menores** que en **Isla Granito** y **Los Machos**. Esto sugiere que las dos **primeras loberas dependen** de un area de alimentacion relativamente mas estable. La ligera disminucion de la diversidad trofica en San Pedro Martir e **Isla Lobos** durante junio fue debida a la presencia de la anchoveta y a la anchoveta bocona, respectivamente. El **marcado decremento** en la diversidad trofica en **Los Machos** e **Isla Granito** en septiembre fue debido a la dominancia de la sardina Monterrey y **al** pez sable, respectivamente.
4. El **lobo** marino depende principalmente de un **número** reducido de presas a pesar de la gran **variedad** del alimento que consume. Basados en el IIMP, en la region de **las** grandes islas del Golfo de California, el pez sable, la sardina Monterrey, el pez sapo, **los** mictofidos, la anchoveta, la macarela, la anchoveta bocona y el **pámpano** son consideradas las presas mas importantes del lobo marino de California, aunque con base en el **análisis** de diversidad se **supone** que la sardina Monterrey y el pez sable son comparativamente las mas relevantes.
5. A pesar de que se encontraron diferencias en la composicion del alimento entre **loberas**, se reconocieron presas que fueron encontradas en mas de un sitio. En San Pedro Martir, San Esteban y El Rasito, el alimento se caracterizo por **los** mictofidos; en Los Machos por la sardina Monterrey y la macarela; en Los **Cantiles** e **Isla Lobos** por el pez **sapo** y el pez sable y en la **lobera** de **Isla Granito** por el dominio del **pez** sable.
6. Los cambios en la importancia de las presas principales en la alimentacion dependieron aparentemente de **las** variaciones de su disponibilidad y abundancia en el medio. Por **ejemplo**, cuando la **sardina** Monterrey estuvo presente en el Canal de Ballenas, su importancia en la alimentacion se incremento, principalmente en Los Machos.

7. Después de la temporada de **reproducción** el tamaño poblacional en algunas **loberas** disminuyó mientras que en otras **añtó**. Los incrementos presentados **después** de esta temporada aparentemente son debido a la entrada de individuos a **los lugares** más productivos en **alimento** (costa norte de **Isla Angel de la Guardia**). En estos movimientos participaron **hembras** sin crías, machos adultos y machos subadultos. Sin embargo, en términos relativos **los** machos subadultos fueron **los** más importantes.
8. El lobo marino de **las** colonias estudiadas consumieron unas 20,599 t. Esta biomasa representa una pequeña **fracción** de la biomasa removida por **las pesquerías**. **Entre** las presas principales del **lobo** marino, solamente cuatro fueron de interés comercial: la sardina Monterrey, la anchoveta, la anchoveta bocona y la macarela. De acuerdo con la importancia relativa en el **alimento** de **cada una** de ellas y el tamaño poblacional de la **lobera** en donde fueron encontradas, es probable que **los** cambios marcados en la disponibilidad de dos de estas cuatro presas (la sardina Monterrey y la anchoveta bocona) pudieran ser un factor importante en **las variaciones** poblacionales **del** lobo marino en esta zona.
9. El uso de copros como herramienta metodológica en el **análisis** de la alimentación en pinnípedos debe **tomar en consideración** el efecto de **los** ácidos estomacales y consecuentemente la posible sobrestimación y/o subestimación de algunas presas. Por la morfología de **los** otolitos y la **composición** química de las mandíbulas de **los** cefalópodos, es posible que la sardina Monterrey, las anchovetas, el pez sable, la macarela, **los** mictófidios y **los** cefalópodos **hayan** sido consumidos **aún** con mayor intensidad que la detectada.
10. En **relación** con el tamaño de la muestra, algunas **loberas** como San Pedro Martir, requirieron del **análisis** de una mayor **cantidad** de copros **mientras** que otras como Los Machos de un número **menor**. Estas observaciones **deben** de ser consideradas en el diseño de muestreo y en general de la metodología que debe aplicarse para el **análisis** de la alimentación del **lobo** marino de California.
11. Una conclusión general de este estudio es que **los** patrones de alimentación y la **estructura** poblacional **del** lobo marino son diferentes en **las loberas del Golfo** de California. Esta **situación** permite proponer que **deban** ser consideradas como unidades ecológicas distintas.

6

Recomendaciones

- Con este estudio se dio inicio a una serie de recolectas consecutivas en la región de las grandes islas del Golfo de California que han abarcado los años de 1995 a 1997. Es conveniente comentar que no en todos estos años las diferentes estaciones estuvieron representadas. Es importante continuar con esta serie de muestreos a fin de establecer un programa de monitoreo continuo sobre la alimentación del lobo marino de California que a la vez, ayude a comprender mejor su papel ecológico y sirva como una fuente de indicación de los cambios oceanográficos que se presenten en el Golfo de California.
- Colateral a los estudios de alimentación, es conveniente continuar los censos en esta zona y en general en todas las islas del golfo con el fin de notar cambios en la abundancia de animales y asociarlos a la disponibilidad y abundancia de los recursos.
- Es importantes realizar estudios de dispersión y distribución de animales en el Golfo de California mediante censos aéreos, que ayuden a reconocer los sitios de mayor concentración de individuos en el mar y establecer las zonas de alimentación. Estando las loberas en sitios con condiciones oceanográficas diversas y teniendo una composición alimenticia distinta, es importante determinar los patrones de buceo a fin de establecer las formas en que los animales diversifican su presupuesto energético.
- Los estudios de alimentación del lobo marino en México requieren de un apoyo interdisciplinario considerable. En el Golfo de California existe un gran desconocimiento sobre los recursos marinos, sobre todo de aquellos denominados de media agua y que son parte del alimento del lobo marino. Aunado a la información sobre los aspectos ecológicos básicos que puede ser obtenida, los muestreos prospectivos proporcionan material considerable a las colecciones de peces y cefalopodos y particularmente a las colecciones de otolitos y mandíbulas de calamares y pulpos, que son de gran utilidad en la identificación de las presas de este pinnípedo. Es recomendable, por tal motivo realizar cruceros exploratorios con el fin de evaluar los recursos bióticos marinos.

Literatura citada

- Ainley, D.G., H.R. Huber, y K.M. Bailey. 1982. Population fluctuations of California sea lions and the Pacific whiting fishery off Central California. *Fishery Bulletin*, **80**(2):253-258.
- Alcock, J. 1978. **Animal Behavior. An Evolutionary Approach**. Sinauer Associated, Inc.
- Alvarado-Castillo, R., Félix Uraga, R., Quiñónez-Velázquez, C. 1996. Evidencia de dos stocks de sardina Monterrey, *Sardinops sagax*, en el área de Bahía Magdalena. Segundo Simposium sobre Investigación en México. La Paz, B.C.S., 22-27 de septiembre.
- Alvarez-Borrogo, S. 1983. Gulf of California. p. 427-449. In B.H. Ketchum (ed.). **Estuaries and enclosed seas**. Elsevier Scientific Publishing Company: Amsterdam.
- Antonelis, G.A., C.H. Fiscus, y R.L. DeLong. 1984. Spring and Sumer prey of California sea lions, *Zalophus californianus*, at San Miguel Island, California 1978-79. *Fishery Bulletin*, **82**(1):67-75.
- Arora, H.L. 1948. Observations on the habits and early life history of batrachoid fish, *Porichthys notatus* Girard. *Copeia*, (2):89-93.
- Arvizu-Martínez, J. 1987. Fisheries activities in the Gulf of California, México. *CalCOFI Report.*, **Vol. XXVIII**:32-36.
- Aurioles-Gamboa, D. 1982. Contribución al conocimiento de la conducta migratoria del lobo marino de California *Zalophus californianus*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. 74 p.
- Aurioles-Gamboa, D. 1988. Behavioral Ecology of California Sea Lions in the Gulf of California. Tesis de Doctorado. Universidad de California. Santa Cruz, Ca. 175 p.
- Aurioles-Gamboa, D. 1990. Consumo anual de la población del lobo marino de California en el Golfo de California: Interacción con la pesquería. Resumen VIII Simposium Internacional de Biología Marina, del 4 al 8 de junio de 1990. Ensenada, Baja California, México.
- Aurioles-Gamboa, D. 1995. Distribución y abundancia de la langostilla bentónica (*Pleurocodes planipes*) en la plataforma continental de la costa oeste de Baja California. p. 59-78. In D. Aurioles-Gamboa y E.F. Balart (eds.). **La langostillas: biología, ecología y aprovechamiento**. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.: La Paz, B.C.S.
- Aurioles-Gamboa, D., C. Fox, F. Sinsal, y G. Tanos. 1984. Prey of sea lions (*Zalophus californianus*) in the bay of La Paz, Baja California Sur, México. *Journal of Mammalogy*, **65**(3):519-121.
- Aurioles-Gamboa, D., B.J. Le Boeuf. 1991. Effects of the El Niño 1982-1983 on California sea lions in México. p. 112-118. In Trillmich, F. y A.K. Onno (eds). **Pinnipeds and El Niño**. Springer-Verlag, Berlin.

- Aurioles-Gamboa, D., B.J. Le Boeuf, y L.T. Findley. 1993. Registro de pinnípedos poco comunes para el Golfo de California. *Rev. Inv. Cient.*, 1(No. Esp. SOMMEMA 1):13-19.
- Aurioles-Gamboa, D., F. Sinsel, C. Fox, E. Alvarado, y O. Maravilla. 1983. Winter migration of subadult male California sea lions (*Zalophus californianus*) in the southern part of Baja California. *Journal of Mammalogy*, 64(3):513-518.
- Aurioles-Gamboa, D. y A. Zavala-González. 1994. Algunos factores ecológicos que determinan la distribución y abundancia del lobo marino de California, *Zalophus californianus*, en el Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 20(4):535-553.
- Aurioles-Gamboa, D. y F.J. García-Rodríguez (en preparación). Population fluctuation of the California sea lion (*Zalophus californianus*) related to the fishery of Monterrey sardine (*Sardinops caeruleus*) in the Gulf of California.
- Aurioles-Gamboa, D., F.J. García-Rodríguez y M. Ramírez-Rodríguez (en preparación). Interaction between California sea lion and fisheries at the Bahía de La Paz.
- Bailey, K.M. y D.G. Ainley. 1982. The dynamic of California sea lion predation on Pacific hake. *Fish. Res.*, 1:163-176.
- Blacker. 1974. Recent advances in otolith studies. p. 67-90. *In* F.R. Farden Jones (ed.). **Sea Fisheries Research**. John Wiley: New York.
- Bonnell, M.L. y R.G. Ford. 1987. California sea lion distribution: a statistical analysis of aerial transect data. *J. Wildl. Manage.*, 51(1):13-20.
- Castro-Aguirre, J.L., J.J. Schmitter, 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. Nac. Cienc. Biol., Mex.*, 38:75-102.
- Castro-Aguirre, J.L., E.F. Balart, y J. Arvizu-Martínez. 1995. Contribución al conocimiento del origen y distribución de la ictiofauna del Golfo de California, México. *Hidrobiológica*, 5(1-2):57-78.
- Cisneros-Mata, M.A., M.O. Nevarez-Martínez, G. Montemayor-López, J.P. Santos-Molina, y R. Morales A. 1991. Pesquería de sardina en el Golfo de California de 1988/89 - 1989/90. Centro Regional de Investigaciones Pesquera de Guaymas. INP. SEPESCA. Informe Técnico. Guaymas, Son. Agosto de 1991.
- Cisneros-Mata, M.A., M.O. Nevárez-Martínez, y M.G. Hammann. 1995. The rise and fall of the pacific sardine, *Sardinops sagax caeruleus* Girard, in the Gulf of California, Mexico. *CalCOFI Report.*, 36:136-143.
- Cisneros-Mata, M.A., M.O. Nevárez-Martínez, M.A. Martínez-Zavala, M.L. Anguiano-Carranza, J.P. Santos-Molina, A.R. Godínez-Cota, y G. Montemayor-López. 1997. Diagnósis de la pesquería de pelágicos menores del Golfo de California de 1991/92 a 1995/96. Centro Regional de Investigaciones Pesquera de Guaymas. INP. SEMARNAP. Informe Técnico. Guaymas, Son. Diciembre de 1987.

Cisneros-Mata, M.A., J.P. Santos-Molina, J.A. De Anda M., A. Sanchez-Palafox, y J.J. Estrada G. 1987. Pesquería de sardina en el noroeste de México (1985-1986). Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Guaymas. INP. SEPESCA. Informe Técnico. Guaymas, Son. Julio de 1987.

Clarke. M.R. 1962. The identification of cephalopod "beaks" and the relationship between beak size and total body weight. Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology, **8(10):419-480**.

Clarke, M.R. 1985. Cephalopods in the diet of cetaceans and seals. Rapp. Comm. int. Mer. Médit., **29(8):211-219**.

Collette, B.B. 1995. Batrachoididae. p. 910-918. In Fisher, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). **Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental**. Volumen II. Vertebrados - Parte 1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.

Cortes, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **54:726-738**.

Costa, D.P., J.P. Croxall, y C.D. Duck. 1989. Foraging energetics of Antarctic fur seals in relation to changes in prey availability. Ecology, **70(3):596-606**.

Costa, D.P. y R.L. Gentry. 1986. Free-Ranging Energetics of Northern Fur Seals. p. 79-101. In R.L. Gentry y G.L. Kooyman (eds.). **Fur seals. Maternal strategies on land and at sea**. Princeton University Press: New Jersey.

Da Silva, J. y J.D. Neilson. 1985. Limitations of using otoliths recovered in scats to estimate prey consumptions in seals. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **42:1439-1442**.

De Anda-Delgado, M.H. 1985. Hábitos alimentarios del *lobo* marino de California (*Zalophus californianus*) en las Islas Los Coronados B.C., México de noviembre de 1983 a octubre de 1984. Tesis de Licenciatura. Oceanología. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C. 63 p.

De la Cruz-Agüero, J., M. Arellano-Martínez, V.M. Cota-Gómez, y G. De la Cruz-Agüero. 1997. **Catálogo de Peces de Baja California Sur**. 1ª edición, La Paz, B.C.S. IPN.CICIMAR. CONABIO. 346 p.

DeMaster, D.P., D.J. Miller, D. Goodman, R.L. DeLong, y B.S. Stewart. 1982. Assessment of California Sea Lions Fishery Interactions. p. 253-263. In D.G. Chapman y L.L. Eberhardt (eds.). **Marine Mammals: Conflicts with Fisheries, Other Management Problems, and Research Needs**. Trans. 47th North Am. Wildlife and Nat. Res. Conference.

Diario Oficial de la Federación, 02/08/1978.

Durán-Lizárraga, M.E. 1998. Caracterización de los patrones de buceos de alimentación de *lobo* marino *Zalophus californianus* y su relación con variables ambientales en la Bahía de La Paz, B.C.S. Tesis de Maestría. CICIMAR. La Paz, B.C.S. 82 p.

- Ehrhardt, N.M. 1991. Potential impact of a seasonal migratory jumbo squid (*Dosidicus gigas*) stock on a Gulf of California sardine (*Sardinops sagax caerulea*) population. *Bulletin of Marine Science*, **49**(1-2):325-332.
- Feldkamp, S.D., R.L. DeLong, y G.A. Antonelis. 1989. Diving patterns of California sea lions, *Zalophus californianus*. *Can. J. Zool.*, **67**:872-883.
- Fiscus, C.H. y G.A. Baines. 1966. Food and feeding behavior of Steller and California sea lions. *Journal of Mammalogy.*, **47**(2):195-200.
- Fitch, J.E. 1966. Additional fish remains, mostly otoliths, from a pleistocene deposit at Playa del Rey, California. *Los Angeles County Mus., Cont. in Sci.*, (119):1-16.
- Fitch, J.E. y R.L. Brownell. 1968. Fish otoliths in Cetacean stomach and their importance in interpreting feeding habits. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **25**(12):2561-2574.
- Fritz, E.S. 1974. Total diet comparison in fishes by Spearman rank correlation coefficients. *Copeia*, (1):210-214.
- Frost, K.J. y L.F. Lowry. 1980. Feeding of ribbon seals (*Phocafasciata*) in the Bering Sea in spring. *Canadian Journal of Zoology*, **58**(9):1601-1607.
- Gallo-Reynoso, J.P. 1994. Factor affecting the population status of Guadalupe fur seals *Artocephalus townsendi*, at isla de Guadalupe, Baja California, México. Tesis de Doctorado. Universidad of California. Santa Cruz, Ca. 199 pp.
- Gallo-Reynoso, J.P. y D. Aurióles-Gamboa. 1984. Distribución y estado actual de la población de foca común (*Phoca vitulina richardsi* (Gray, 1864)), en la Península de Baja California, México. *An. Inst. Biol. Univ. Aut. Mexico*, Ser. Zoología, **55**(2):323-332.
- García-Maldonado, L. 1997. Digestion in vitro de otolitos de cuatro especies de peces que son alimento del lobo marino de California (*Zalophus californianus*), en México. Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 45 p.
- García-Rodríguez, F.J. 1995. Ecología alimentaria del lobo marino de California, *Zalophus californianus californianus* en Los Islotes, B.C.S., México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. 106 p.
- García-Rodríguez, F.J. y D. Aurióles-Gamboa. 1997. Contribución al conocimiento de la diversidad ictica en la Bahía de La Paz por medio del análisis coprológico en el lobo marino de California, *Zalophus californianus californianus*. p. 151-161. In J. Urban-Ramírez y M. Ramírez-Rodríguez (eds.). **La Bahía de La Paz. Investigación y conservación**. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Scripps Institution of Oceanography: La Paz, B.C.S.
- Gentry, R.L., D.P. Costa, J.P. Croxall, J.H.M. David, R.W. Davis, G.L. Kooyman, P. Majluf, T.S. McCann, y F. Trillmich. 1986. Synthesis and conclusions. p. 220-278. In R.L. Gentry y G.L. Kooyman (eds.). **Fur seals. Maternal strategies on land and at sea**. Princeton University Press: New Jersey.

- Harwood, J. 1992. Assessing the Competitive Effects of Marine Mammals Predation on Commercial Fisheries. p. 689-693. *In* A.I.L. Payne, K.H. Brink, K.H. Mann, y R. Hilborn (eds.). **Benguela Trophic Functioning**. S. Afr. J. Mam. Sci.
- Hawes, D. 1983. An evaluation of California sea lion scat samples as indicators of prey importance. Tesis de Maestría. Biología. Universidad Estatal de San Francisco. San Francisco, Cal. 50 p.
- Helm, R.C. 1984. Rate of digestion in three species of pinnipeds. *Can. J. Zool.*, 62:1751-1756.
- Hernandez-Camacho, C.J. En preparación. Tabla de vida y fecundidad tardía del lobo marino de California *Zalophus californianus* en la lobera de Los Islotes, Bahía de La Paz, México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN.
- Hernandez-Camacho, C.J. 1996. Dinámica poblacional del lobo marino de California, *Zalophus californianus*, en la lobera Los Islotes, Golfo de California, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 99 p.
- Hoffman, M. 1978. The use of Pielou's method to determine sample size in food studies. p 56-61. *In* S.J. Lipovsky y C.A. Simenstad (eds.). **Fish Food Habits Studies Proceedings of the Second Pacific Northwest Technical Workshop**. Washington Sea Grant Publication.
- Hurtubia, J. 1973. Trophic diversity measurement in sympatric predatory species. *Ecology*, **54**(4):885-890.
- Inada. 1981. Studies on the merlucciid fishes. Bulletin 18. Far seas Fisheries Research Laboratory. 1-72 p.
- Jobling, M. 1987. Marine mammal faeces samples as indicators of prey importance - A source of error in bioenergetics studies. *Sarsia*, **72**:255-260.
- Jobling, M. y A. Breiby. 1986. The use and abuse of fish otoliths in studies of feeding habits of marine piscivores. *Sarsia*, 71:265-274.
- Jones, R.E. 1981. Food habits of smaller marine mammals from northern California. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, **42**(16):409-433.
- Kooyman, G.L. y F. Trillmich. 1986. Diving behavior of Galapagos fur seals. p. 186-195. *In* R.L. Gentry y G.L. Kooyman (eds.). **Fur seals. Maternal strategies on land and at sea**. Princeton University Press: New Jersey.
- Kooyman, G.L. y F. Trillmich. 1986. Diving behavior of Galapagos sea lions. p. 209-220. *In* R.L. Gentry y G.L. Kooyman (eds.). **Fur seals. Maternal strategies on land and at sea**. Princeton University Press: New Jersey.
- Lavenberg, R.J. y J.E. Fitch. 1966. Annotated list of fishes collected by midwater trawl in the Gulf of California, March-April 1964. *Calif. Fish and Game*, **52**(2):92-110.

Le Boeuf, B.J., D. Auriolles G., R. Condit, C. Fox, R. Gisiner, R. Romero, y F. Sinsel. 1983. Size and distribution of the California sea lions population in Mexico. Proceedings of the California Academy of Sciences, **43**(7):77-85.

Le Boeuf, B.J. y M.L. Bonnell. 1980. Pinnipeds of the California Islands: Abundance and Distribution. p. 475-491. *In* D.M. Power (ed.). **The California Island: Proceeding of multidisciplinary symposium**: Santa Barbara, Californias.

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.

Ludwig, J.A. y J.F. Reynolds. 1988. **Statistical Ecology. A primer on methods and computing**, New York: John Wiley & Sons. 338 p.

Magurran, A.E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**, New Jersey: Princeton University Press. 178 p.

Maluf, L.Y. 1983. The physical oceanography. p. 26-44. *In* T.J. Case y M.L. Cody (eds.). **Island biogeography in the Sea of Cortez**. University of California Press: Los Angeles, Cal.

Mathews, C.P. 1985. Meristic studies of the Gulf of California species of Merluccius, with a description of a new species. Journal of Natural History, **19**:697-718.

Morejohn, G.V., J.T. Harvey, y L.T. Krasnow. 1978. The importance of *Loligo opalescens* in the food web of marine vertebrates in Monterey Bay, California. p. 67-98. *In* C.W. Recksiek y H.W. Frey (eds.). **Biological, oceanographic, and acoustic aspects of the market squid, Loligo opalescens Berry**. Department of Fish and Game: Long Beach.

Murie, D.J. y D.M. Lavigne. 1985. A technique to recovery of otoliths from stomach contents of piscivorous pinnipeds. J. Wildl. Manage, **49**:910-912.

Nolf, D. 1993. A survey of perciform otoliths and their interest for phylogenetic analysis, with an iconographic synopsis of the Percoidei. Bulletin of Marine Science, **52**(1):220-239.

Orr, R.T. y R.C. Helm. 1989. **Marine mammals of California**. California Natural History Guide: 29, ed. R.F. Dasman, M.L. Jefferds, MacNeill, y R. Ornduff, California: University of California Press.

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

- Orta-Davila, F. 1988. Hábitos alimentarios y censos globales del lobo marino (*Zalophus californianus*) en el Islote El Racito, Bahía de las Ánimas, Baja California. México durante octubre 1986-1987. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C. 59 p.
- Perez, M.A. y E.E. Mooney. 1986. Increased food and energy consumption of lactating northern fur seals, *Callorhinus ursinus*. Fishery Bulletin, **84(2)**:371-381.
- Pierce, G.J. y P.R. Boyle. 1991. A review of methods for diet analysis in piscivorous marine mammals. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev., **29**:409-486.
- Pitcher, K.W. 1980. Stomach contents and feces as indicators of harbour seal, *Phoca vitulina*, foods in the Gulf of Alaska. Fishery Bulletin, **78(3)**:797-798.
- Robison, B.H. 1972. Distribution of the Midwater Fishes of the Gulf of California. COPEIA, (3):449-461.
- Roden. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. p. 30-58. *In* V.T.H. Andel y G.G. Shor (eds.). **Marine geology of the Gulf of California: A Symposium Amer. Assoc. Petr. Geol.**
- Roper, C.F.E. y R.E. Young. 1975. Vertical distribution of pelagic cephalopods. Smithsonian Contribution to Zoology, **209(51)**:31.
- Salazar-Godoy, A.B. 1989. Hábitos alimentarios, distribución y tamaño de población del lobo marino *Zalophus californianus* en Isla de Cedros, B.C. México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C. 74 p.
- Sanchez-Arias, M. 1992. Contribución al conocimiento de los hábitos alimentarios del lobo marino de California *Zalophus californianus* en las Islas Ángel de la Guarda y Granito, Golfo de California, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 63 p.
- Santamaria-Del Angel, Eduardo, S. Alvarez-Borrego y F.E. Miiller-Karger. 1995. Regiones biogeográficas del Golfo de California basadas en las imágenes del Coastal Zone Color Scanner. p 63-83. *In* Gonzalez-Farias, F. y J. de la Rosa Vélez (eds.). **Temas de oceanografía biológica en México**. Ensenada, B.C..
- Sanders, H. Benthic studies in Buzzards Bay III. 1960. The structure of the soft-bottom community.
- StatSoft, Inc. 1993. Statistica for Windows. Ver 4.3.
- Thornson, D. y M.R. Guilligan. 1983. The Rocky-Shore Fishes. p. 98-129. *In* T.J. Case y M.L. Cody (eds.). **Island biogeography in the Sea of Cortez**. University of California Press: Los Ángeles, Cal.
- Tollit, D.J., S. M.J., T. P.M., P. G.J., S. M.B., y H. S. 1997. Species and size differences in the digestion of otoliths and beaks: implications for estimates of pinniped diet composition. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **54**:105-119.
- Torres-Orozco, B. 1991. **Los Peces de México, México, D.F.:** AGT Editor, S.A. 235 p.

Walker, B.W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. *Syst. Zool.* **9**(3):123-133.

Walker, H.J. y R.H. Rosenblatt. 1988. Pacific Toadfishes of the genus *Porichthys* (Batrachoididae) with descriptions of three new species. *Copeia*, (4):887-904.

Wolff, G.A. 1984. Identification and estimation of size from the beaks of 18 species of cephalopods from the Pacific Ocean. NOAA Technical Report NMFS 17. U.S. Department of Commerce. National Oceanic and Atmospheric Administration. National Marine Fisheries Services. November. 49 p.

Zar, J.H. 1996. **Biostatistical Analysis**. 3ra. ed, New Jersey:. Prentice Hall. 662 p.

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

Zavala-Gonzalez, A. 1993. **Biología** poblacional del lobo marino de California, *Zalophus californianus californianus* (Lesson 1828), en la región de las Grandes Islas del Golfo de California, México. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 79 p.

Anexo I. Formulación del Índice de Importancia

Llámese a al evento de obtener la Sp_i porque son a

Llámese b al evento de obtener una especie Sp_j porque son b

Si tenemos un copro w entonces para a :

$$w(a) = \frac{a}{a+b}$$

en otro copro es

$$w'(a') = \frac{a'}{a'+b'}$$

Considerando ambos copros, la probabilidad por lo tanto de obtener a del primer copro es $\frac{1}{2}w(a)$

y del segundo es $\frac{1}{2}w'(a')$. Entonces la probabilidad de sacar la especie a de cualquiera de los copros es la suma

$$\begin{aligned} & \frac{\frac{1}{2}w(a) + \frac{1}{2}w'(a')}{1} \\ &= \frac{1}{2}(w(a) + w'(a')) \end{aligned}$$

Si tenemos U copros, entonces

$$w(a) = \frac{1}{U}(w(a) + w'(a') + \dots + u(a''))$$

generalizando, nos queda

$$w(a) = \text{IIMP}_i = \frac{1}{U} \sum_{j=1}^U \frac{x_{ij}}{X_j} \quad \text{en donde } X_j = \sum_{i=1}^U x_{ij}$$

Anexo II. Presas del lobo marino en cada lobera durante las cuatro capañas de muestreos

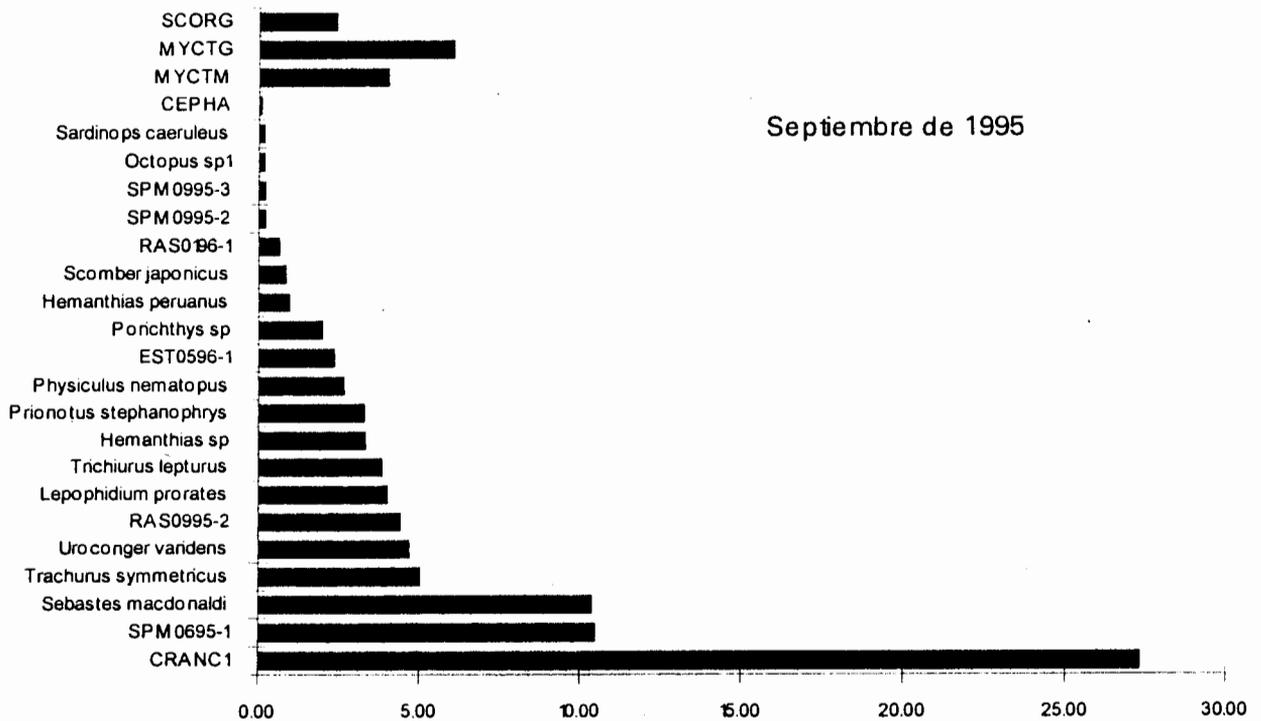
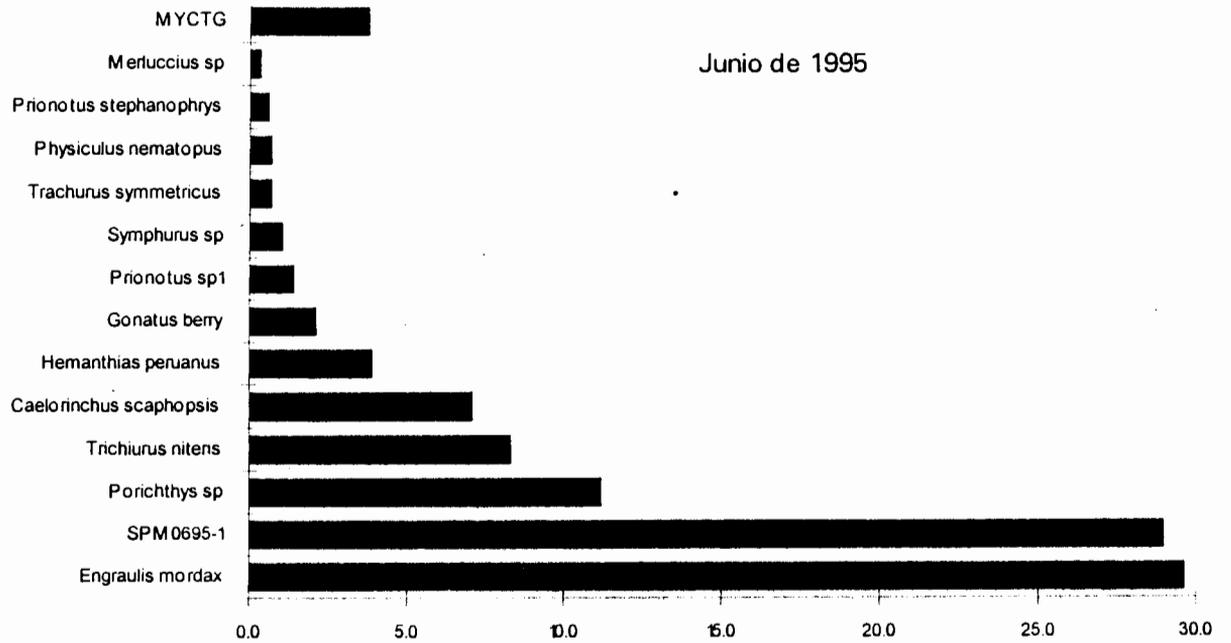


Figura A 1.1. Porcentaje de importancia (IIMP) de las presas encontradas en San Pedro Mártir.

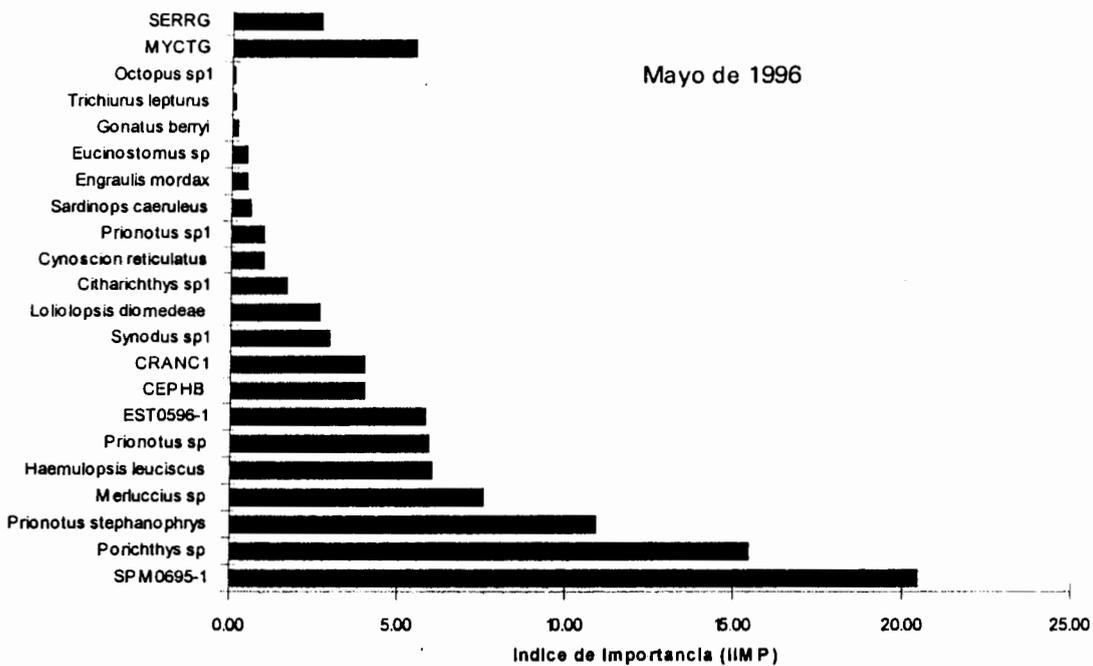
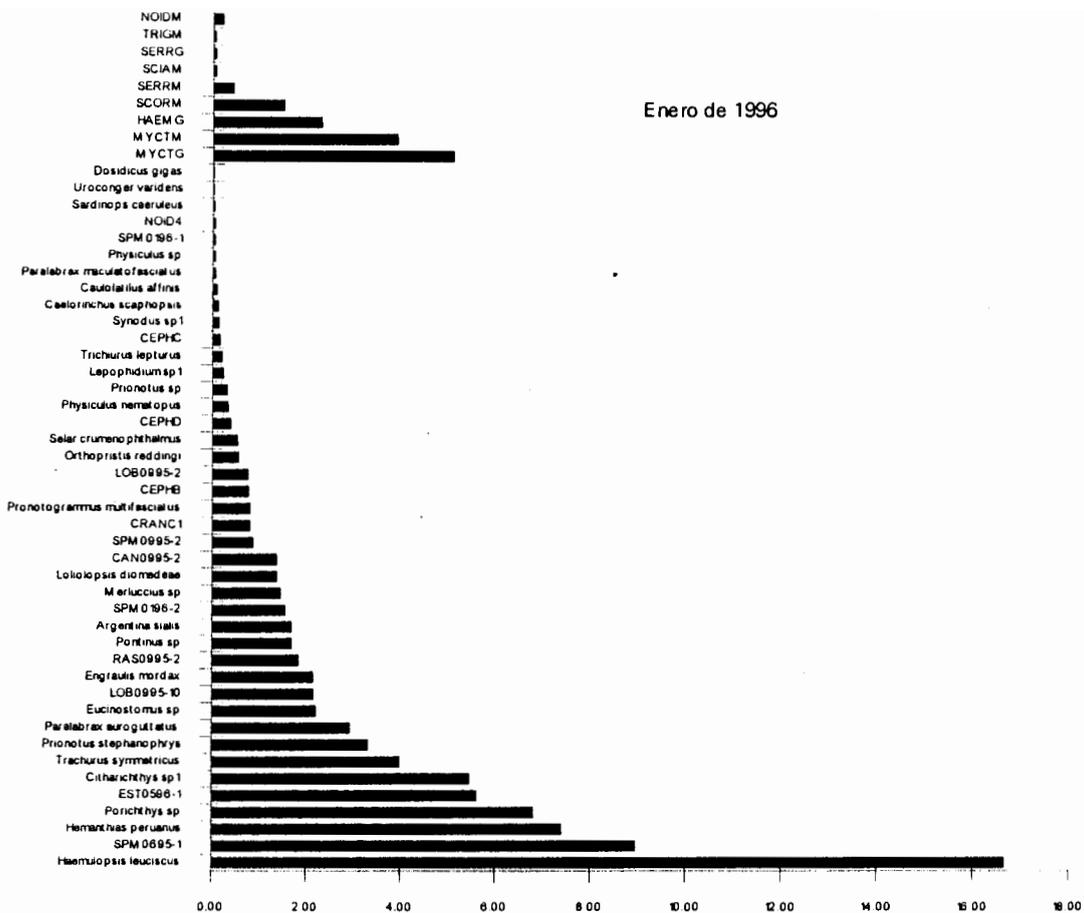


Figura A 1.2. Porcentaje de importancia (IIMP) de las presas encontradas en San Pedro Mártir.

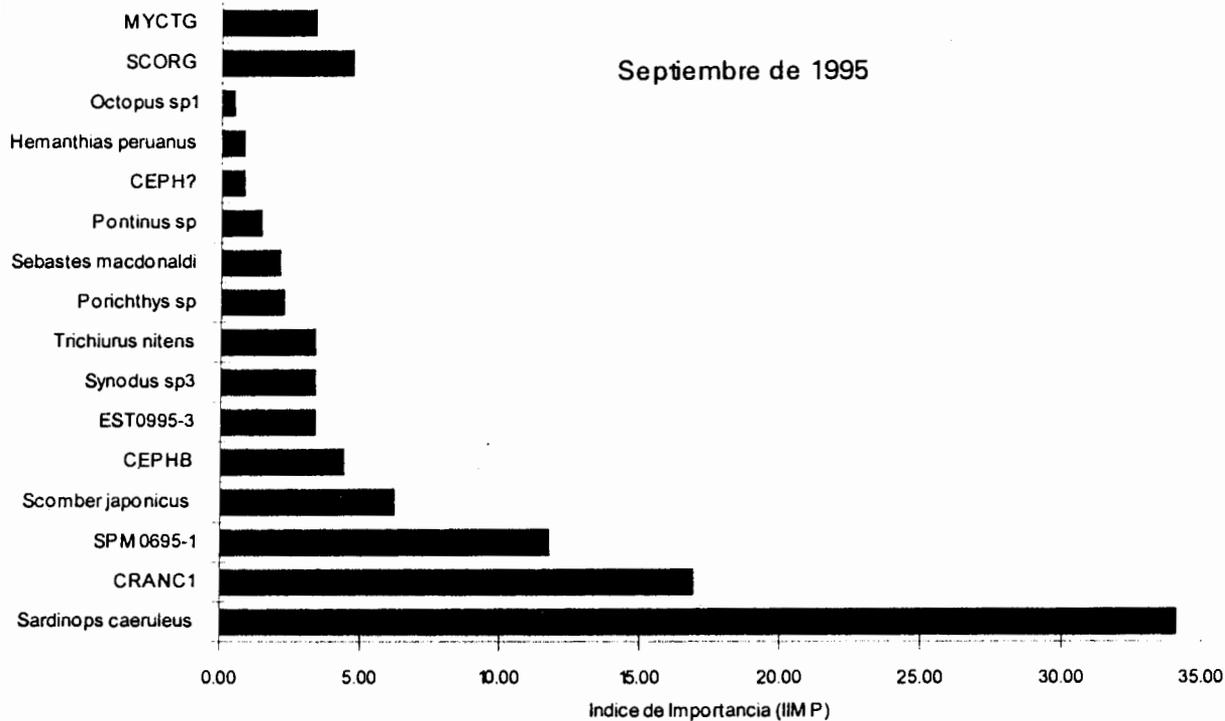
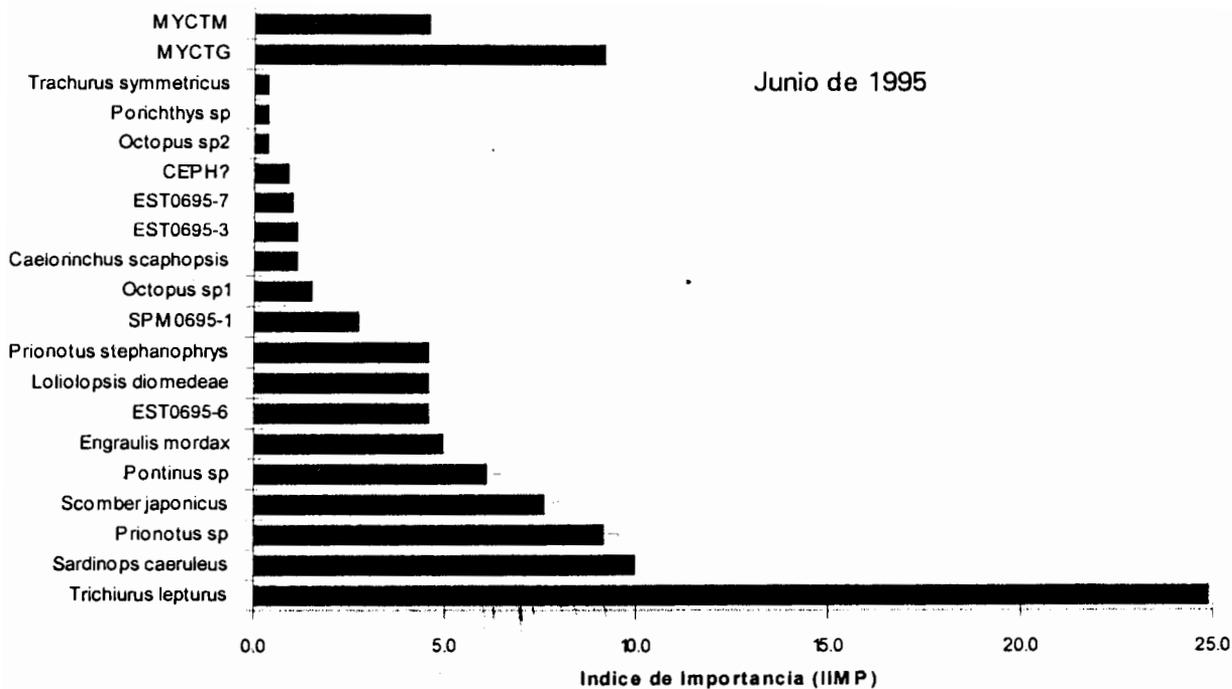


Figura A 2.1. Porcentaje de importancia (IIMP) de las presas encontradas en San Esteban.

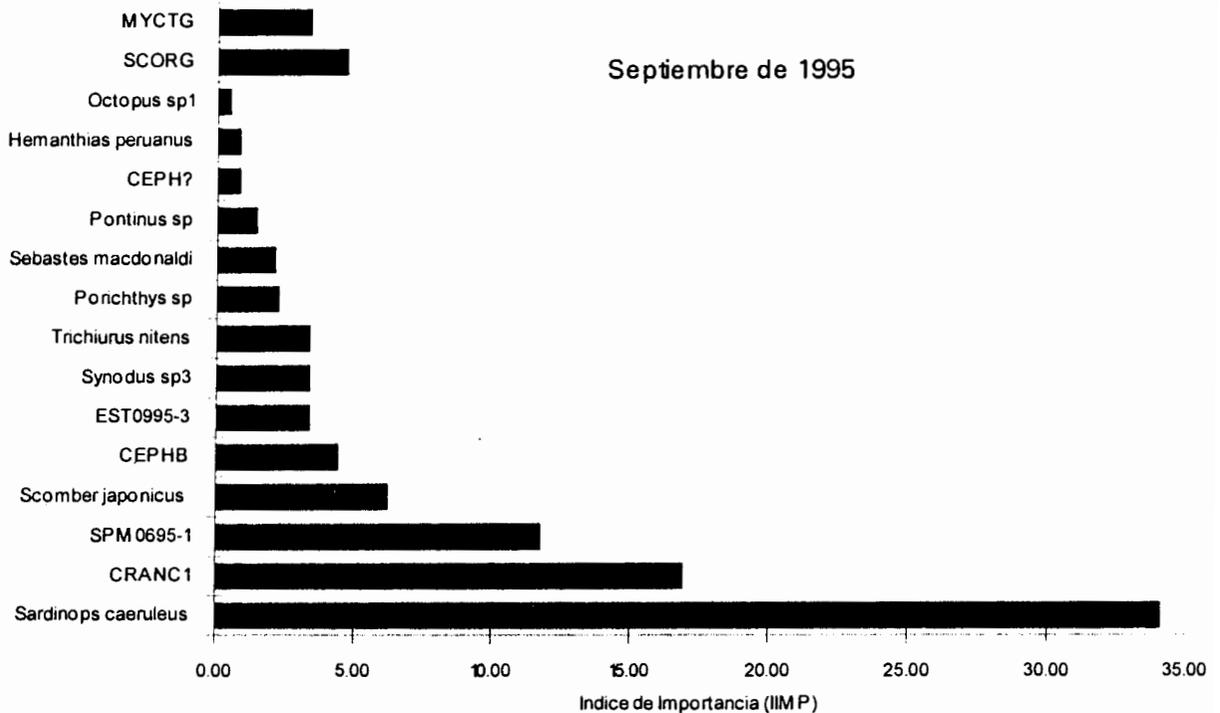
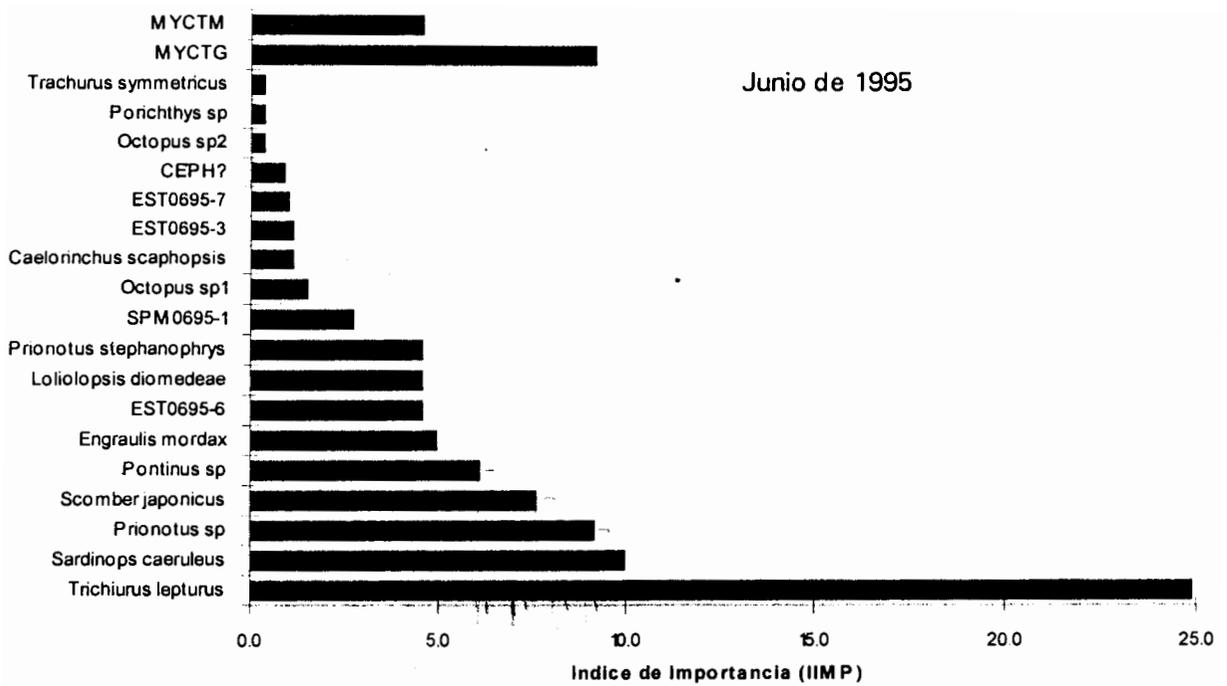


Figura A 2.1. Porcentaje de importancia (IIMP) de las presas encontradas en San Esteban.

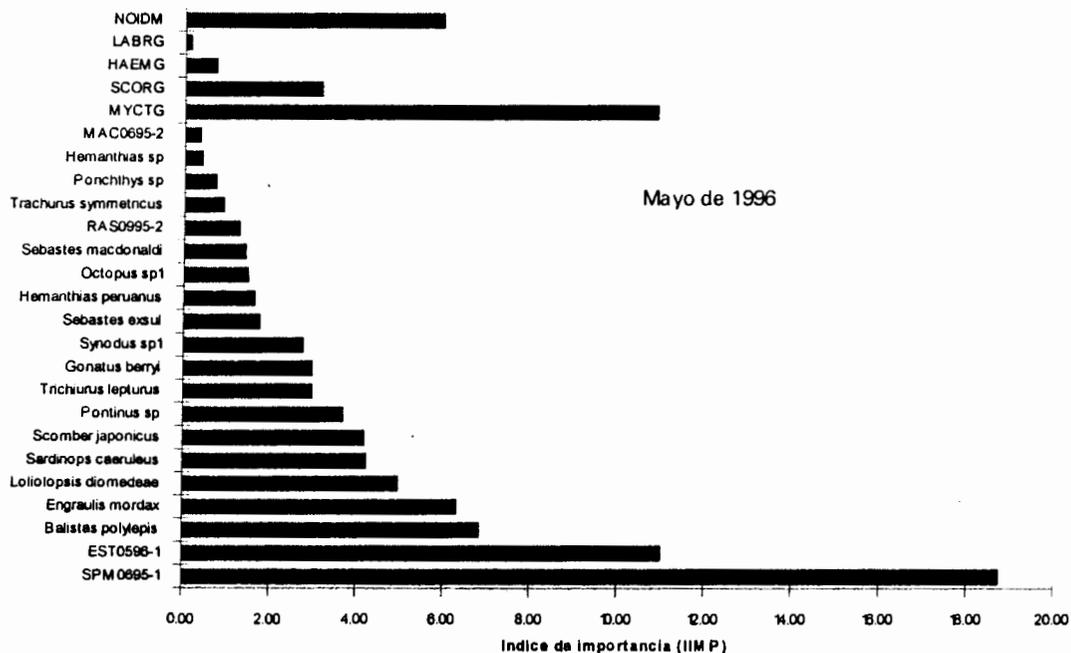
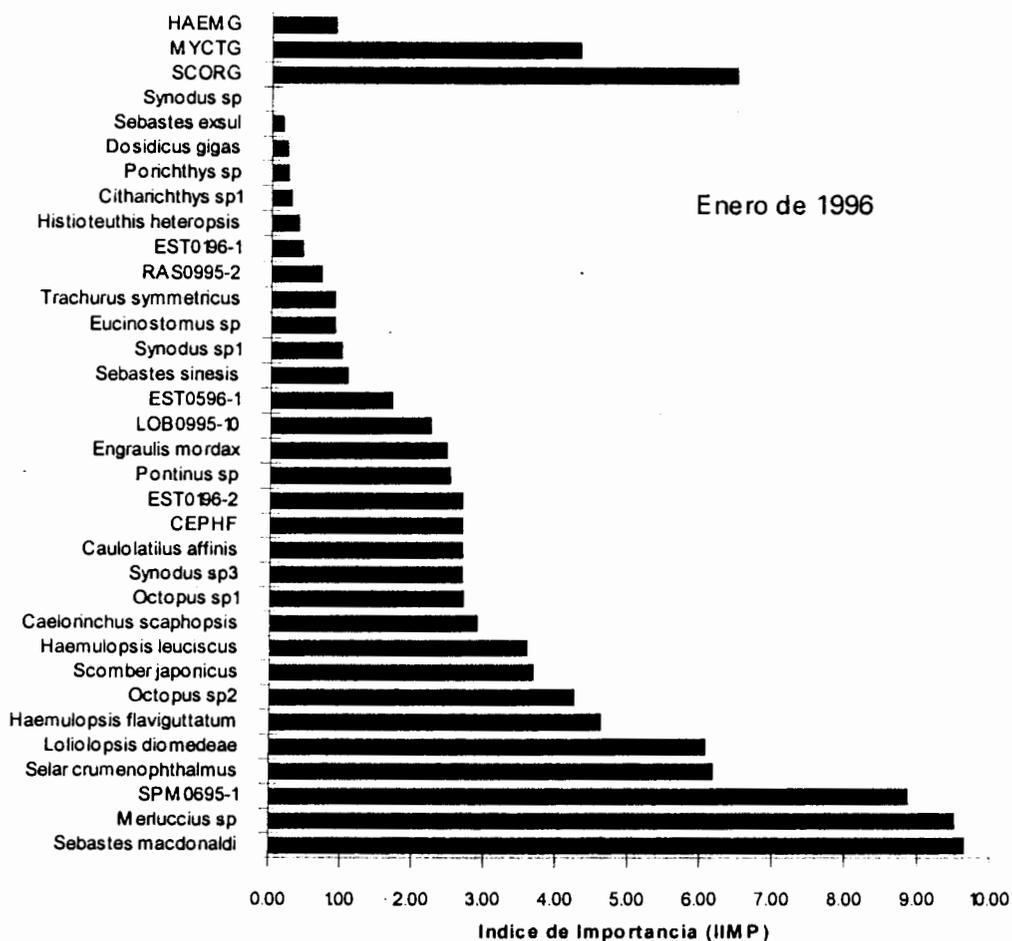


Figura A 2.2. Porcentaje de importancia (IIMP) de las presas encontradas en San Esteban.

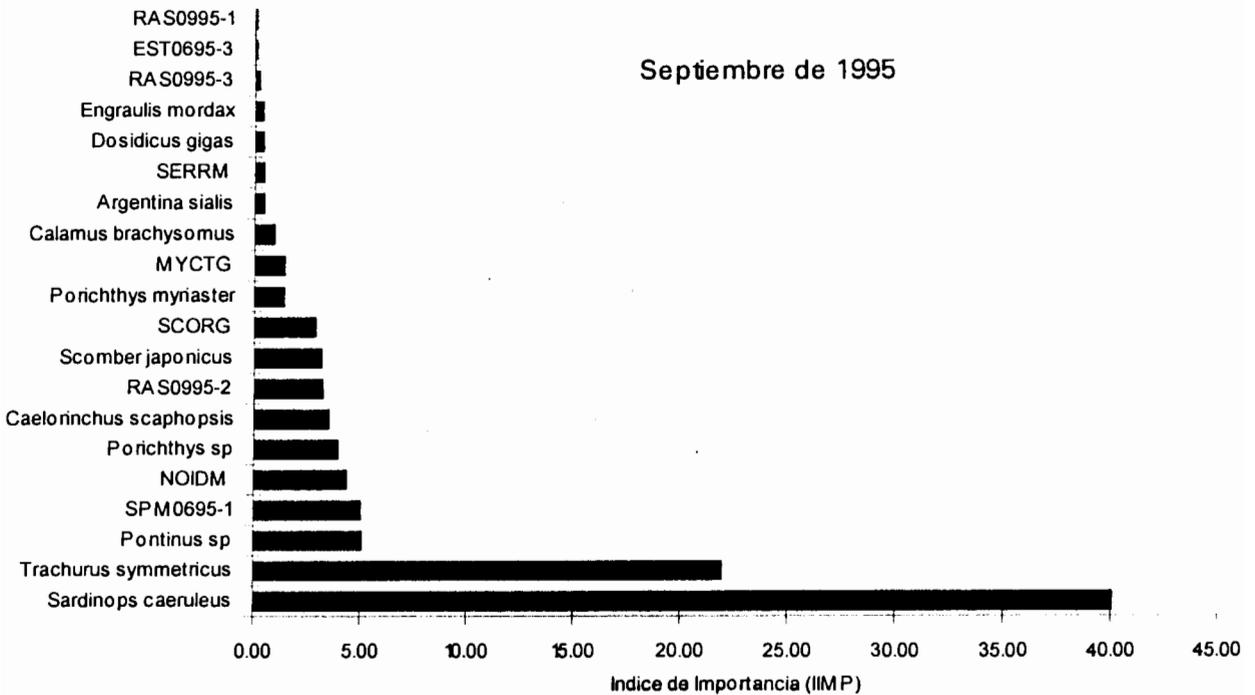
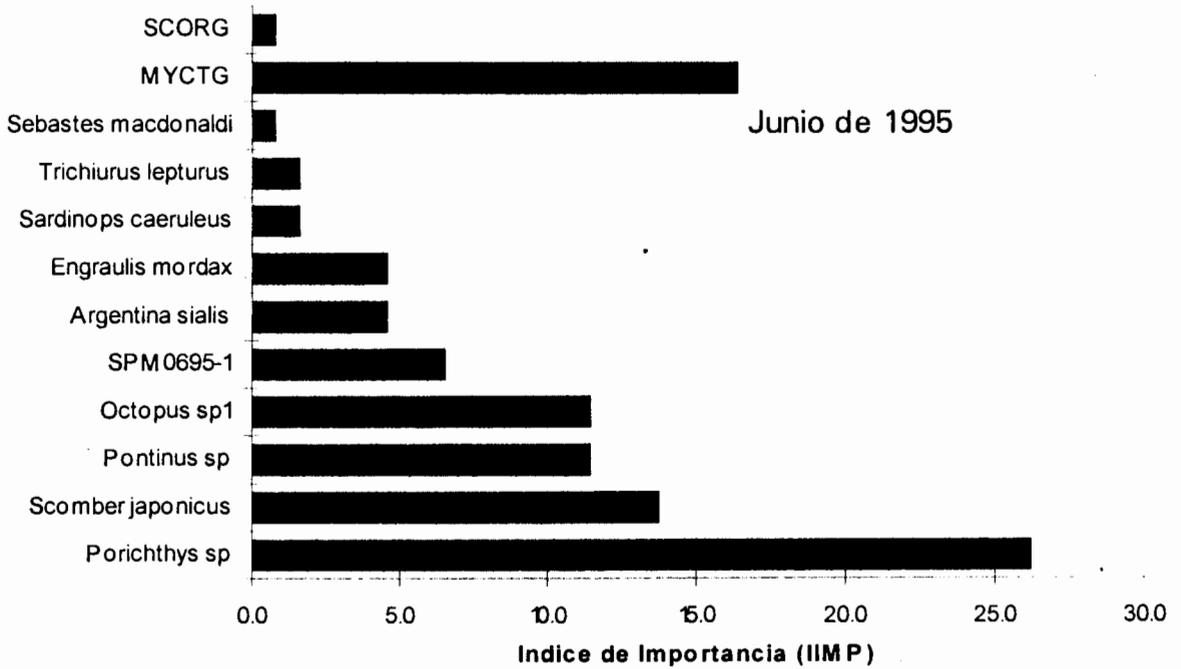


Figura A 3.1. Porcentaje de importancia (IIMP) de las presas encontradas en El Rasito.

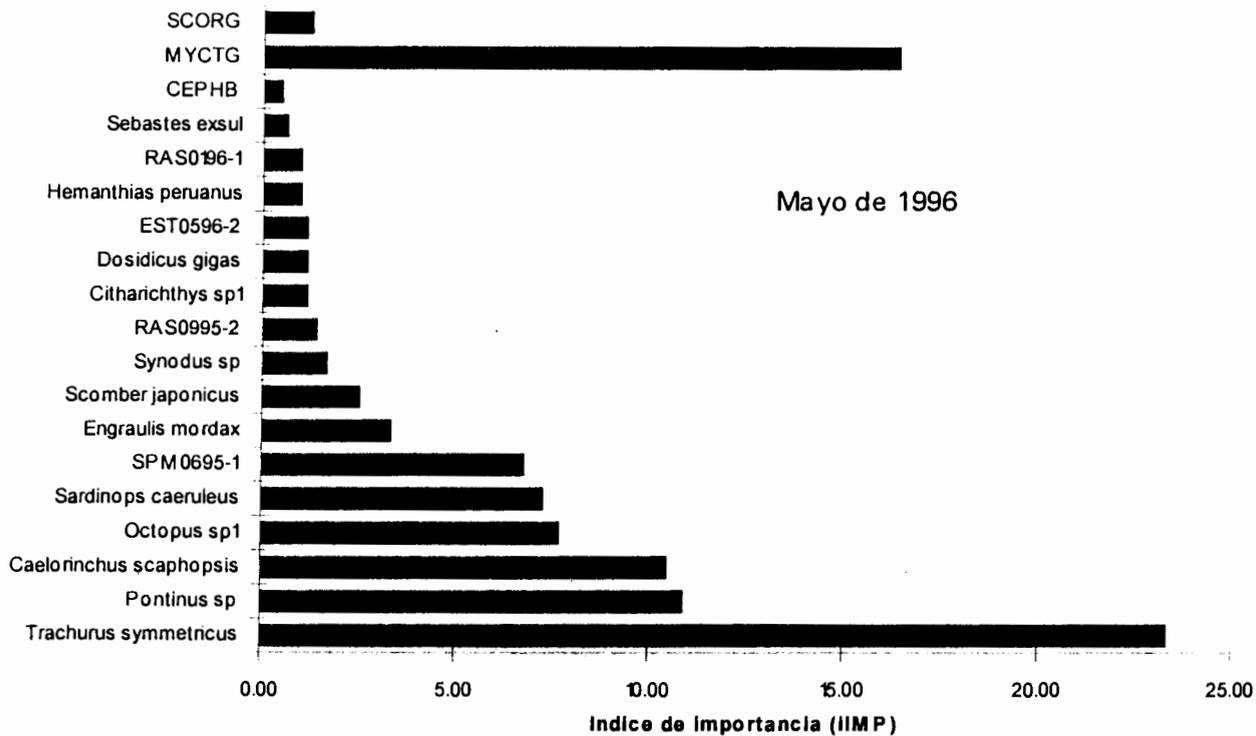
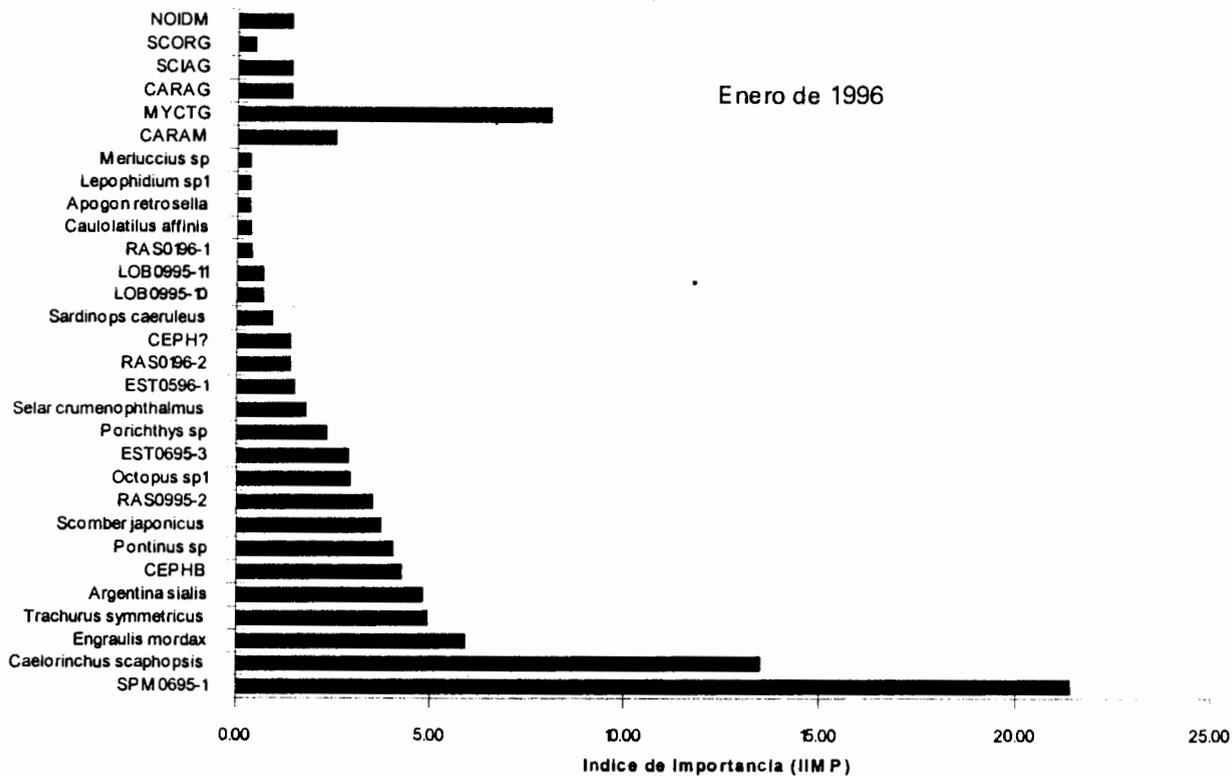


Figura A 3.2. Porcentaje de importancia (IIMP) de las presas encontradas en El Rasito.

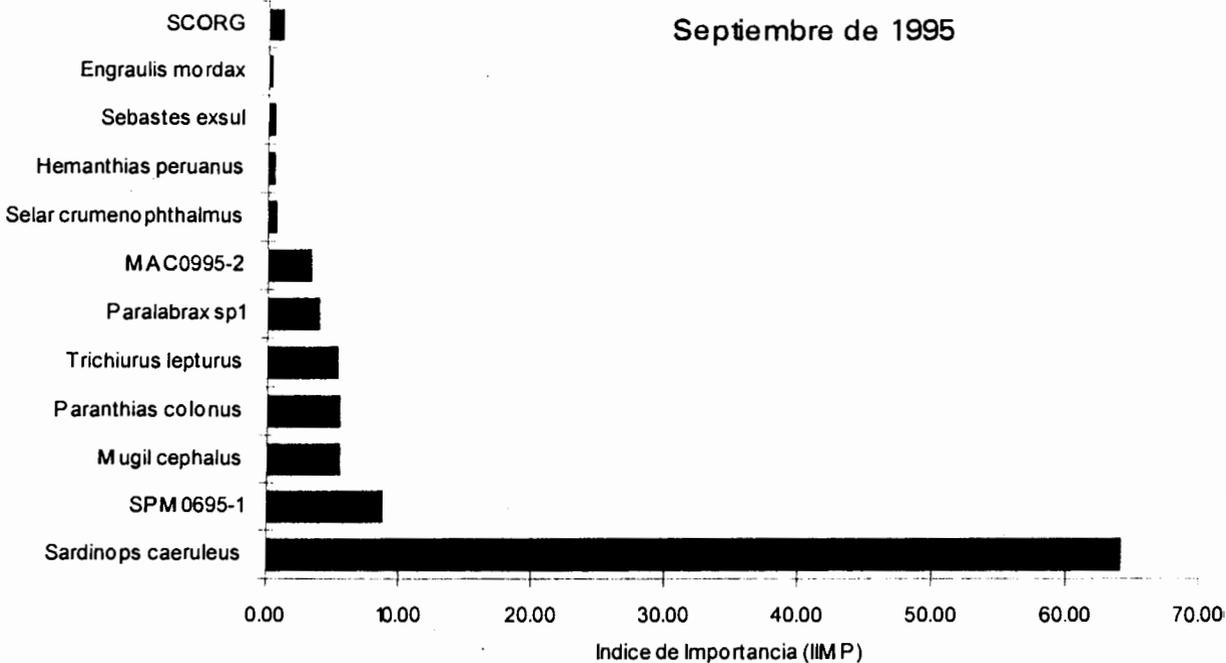
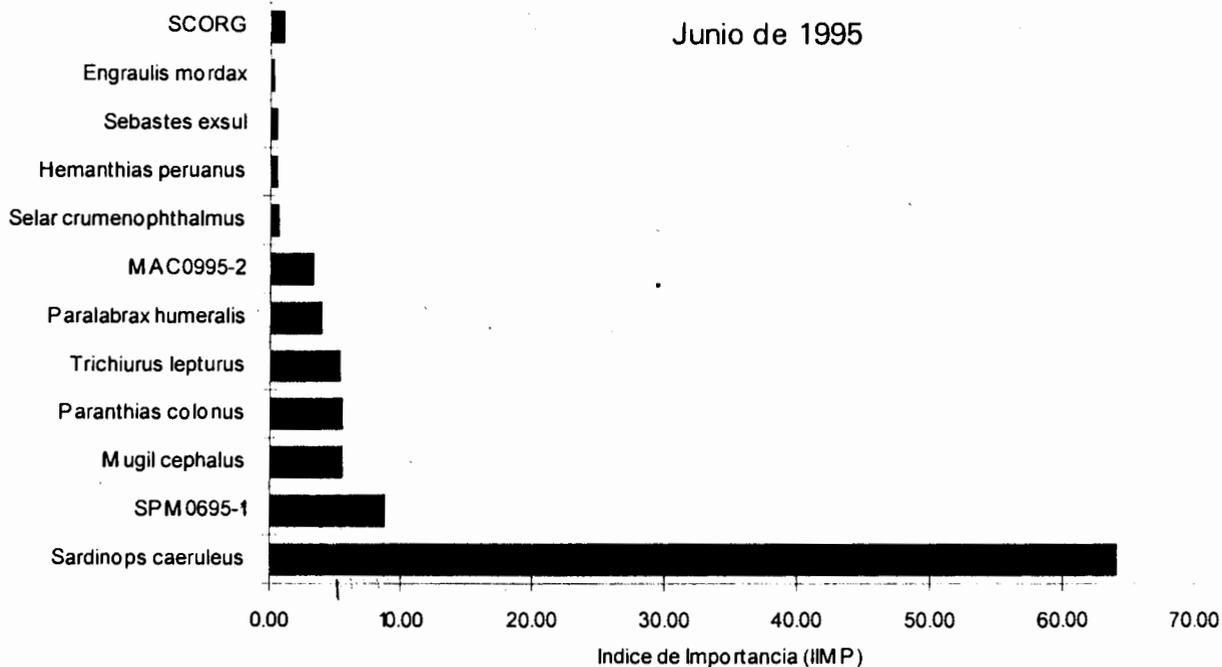


Figura A 4.1. Porcentaje de importancia (IIMP) de las presas encontradas en Los Machos.

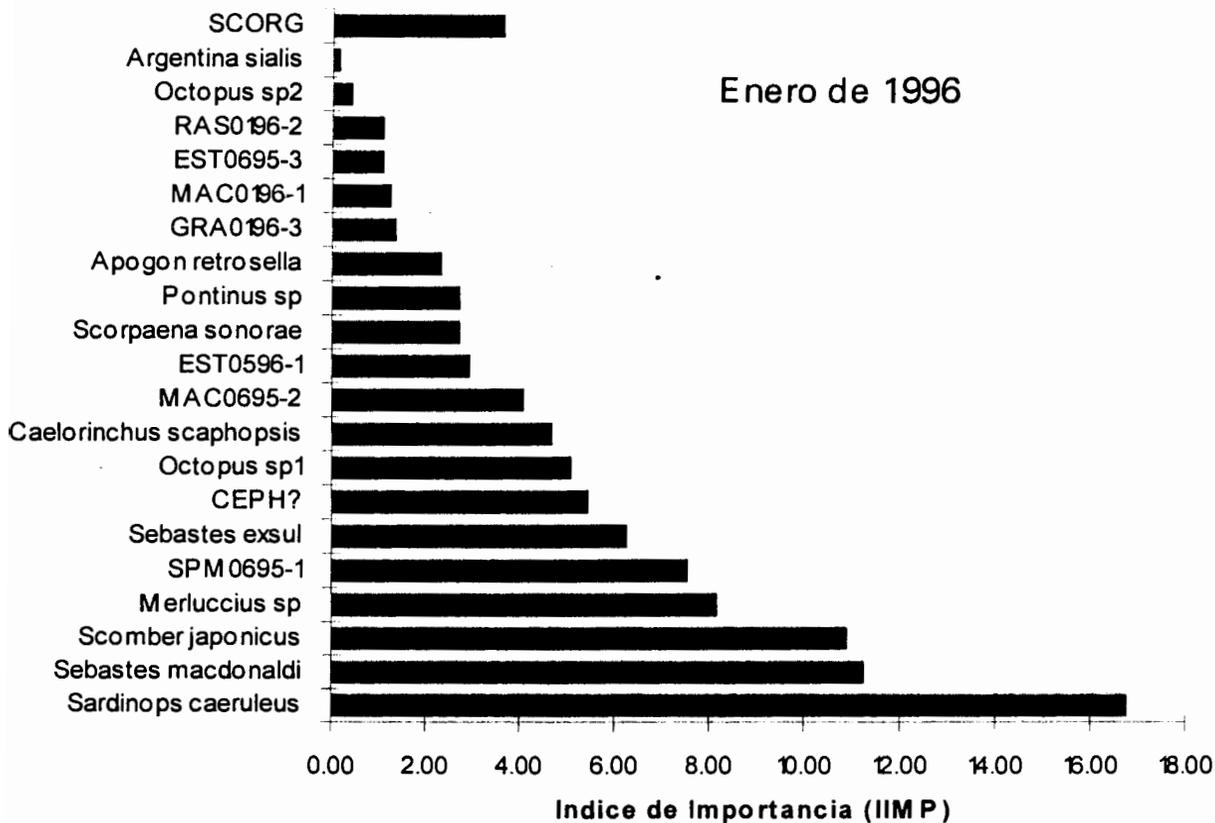


Figura A 4.2. Porcentaje de importancia (IIMP) de las presas encontradas en Los Machos.

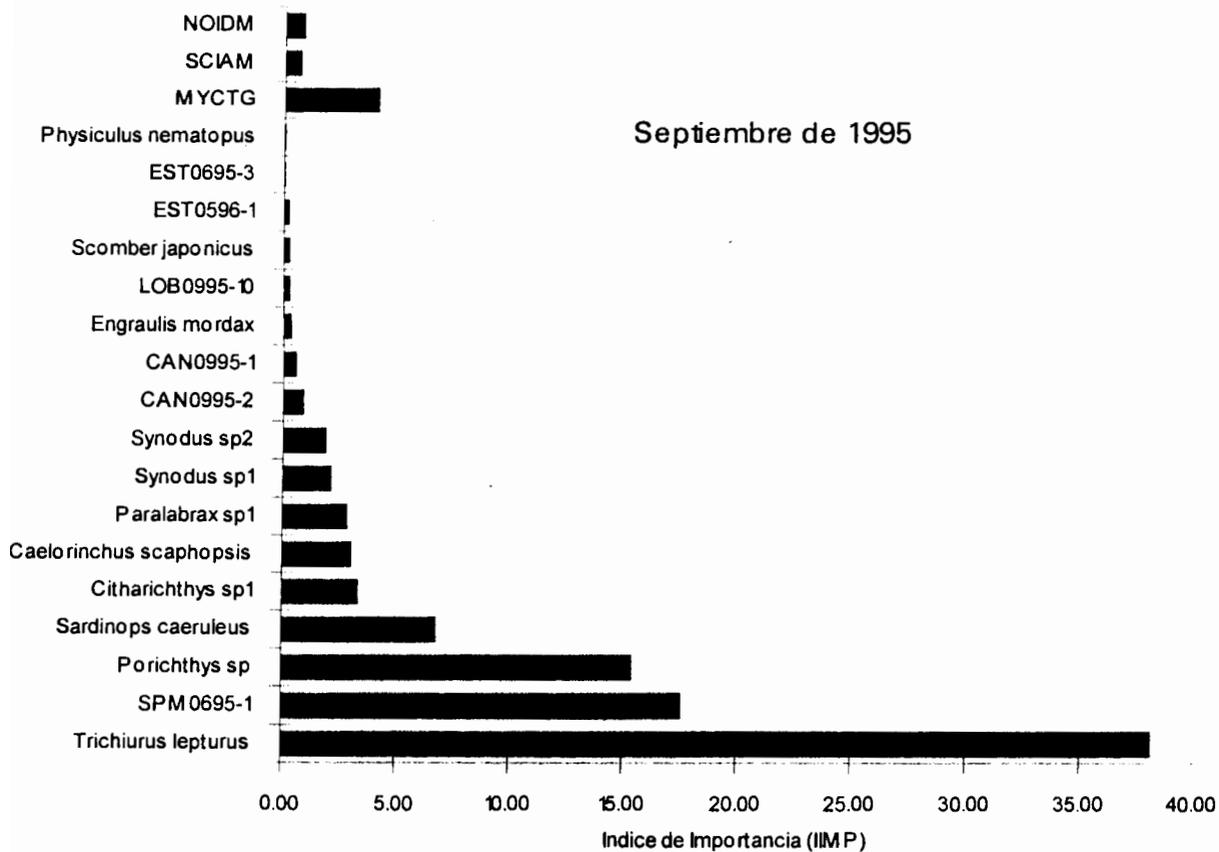
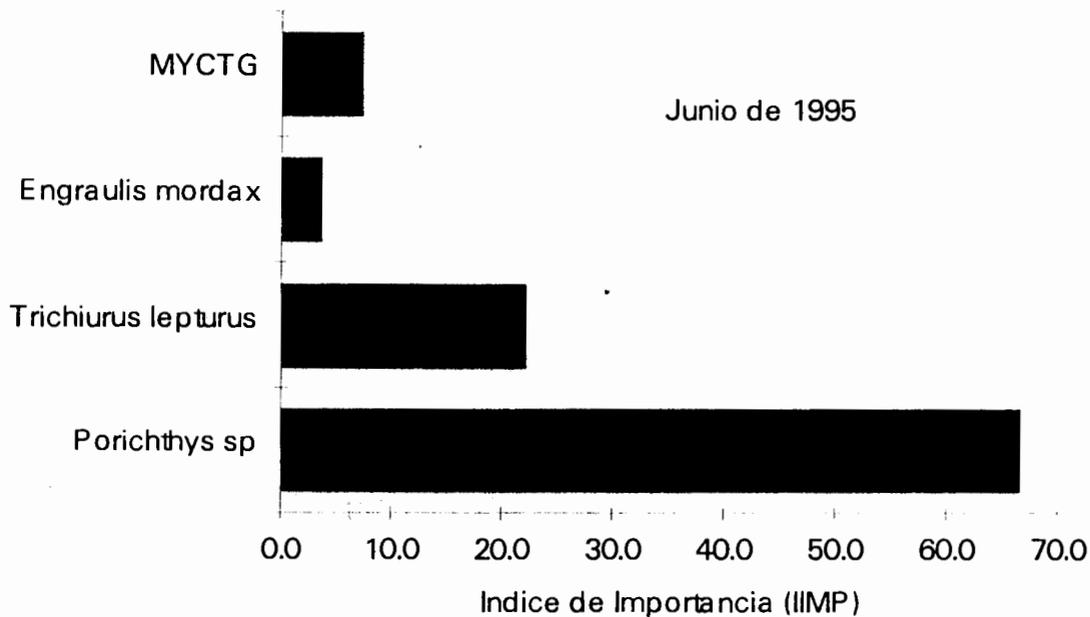


Figura A 5.1. Porcentaje de importancia (IIMP) de las presas encontradas en Los Cantiles.

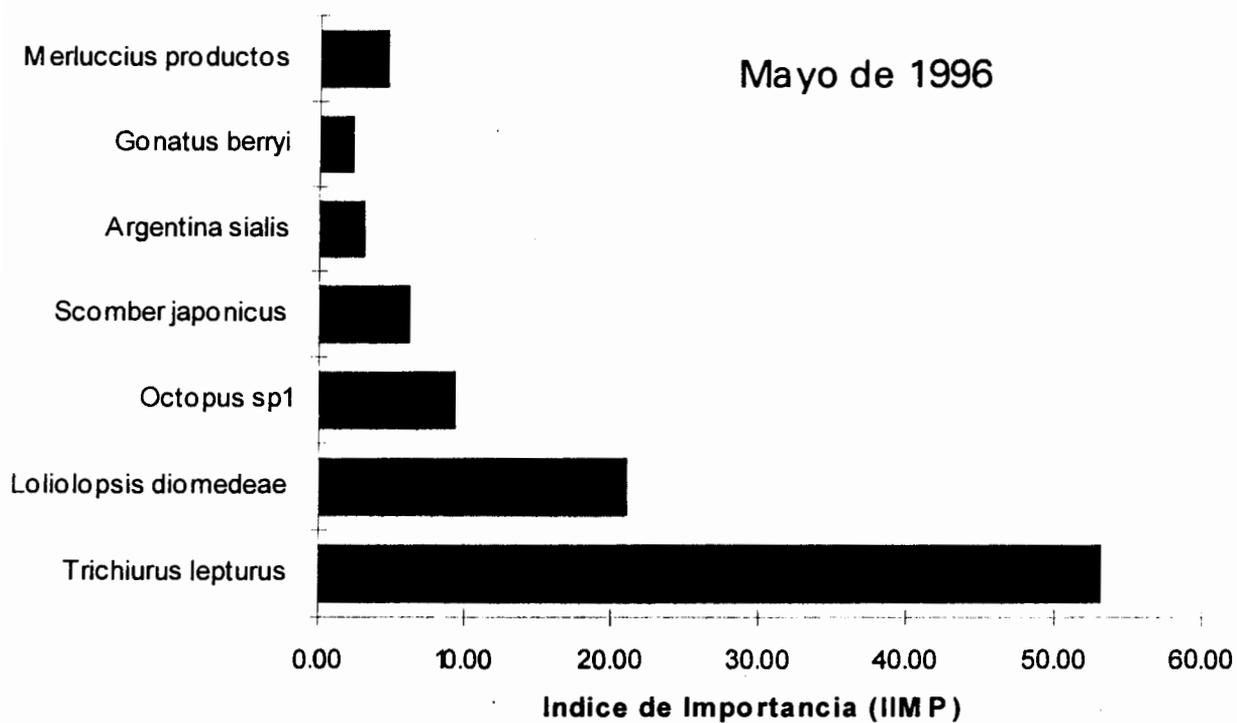
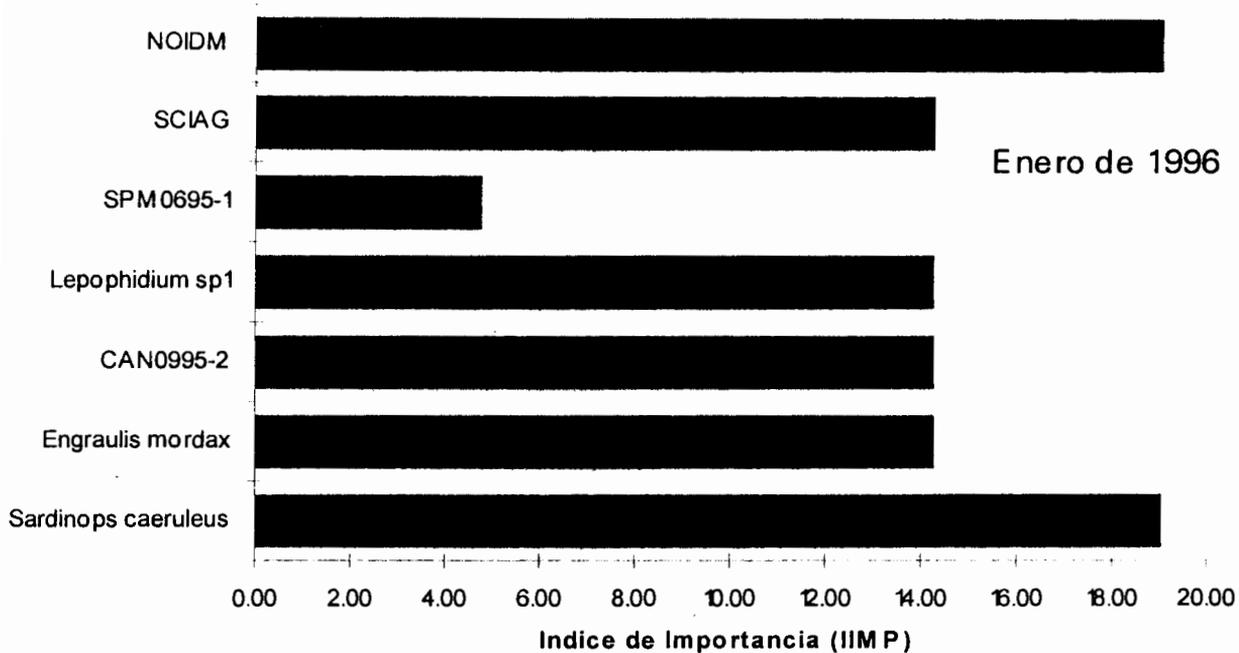


Figura A 5.2. Porcentaje de importancia (IIMP) de las presas encontradas en Los Cantiles.

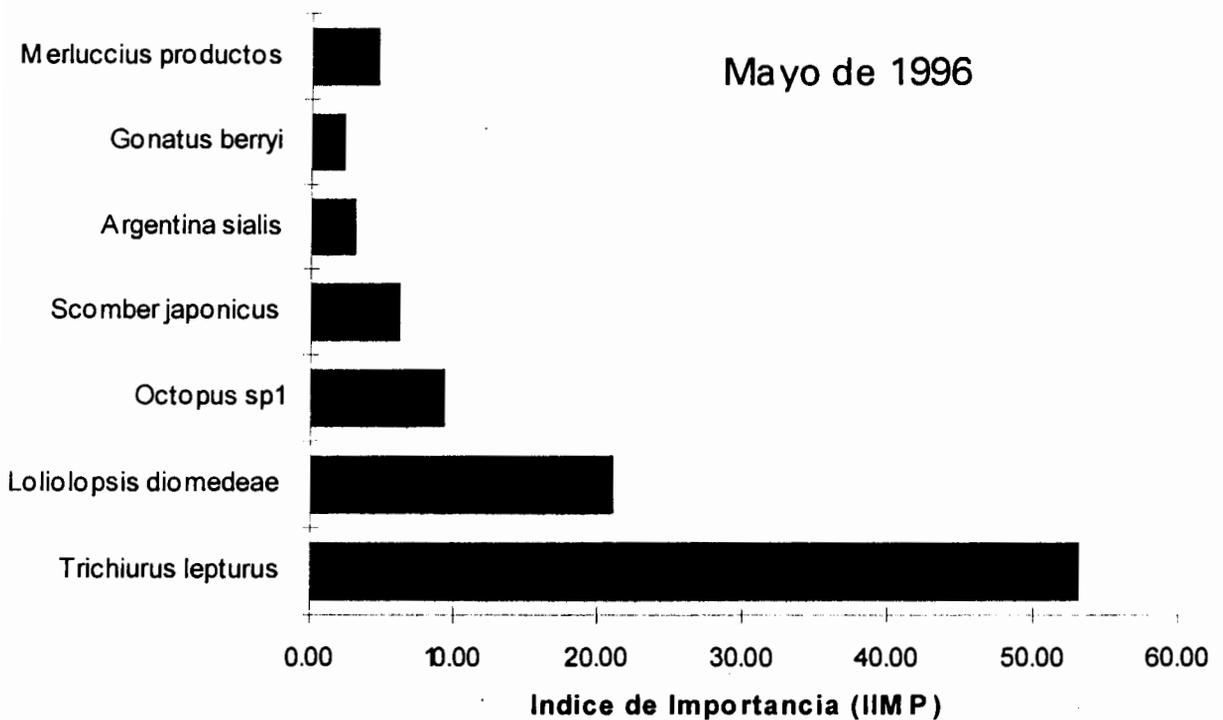
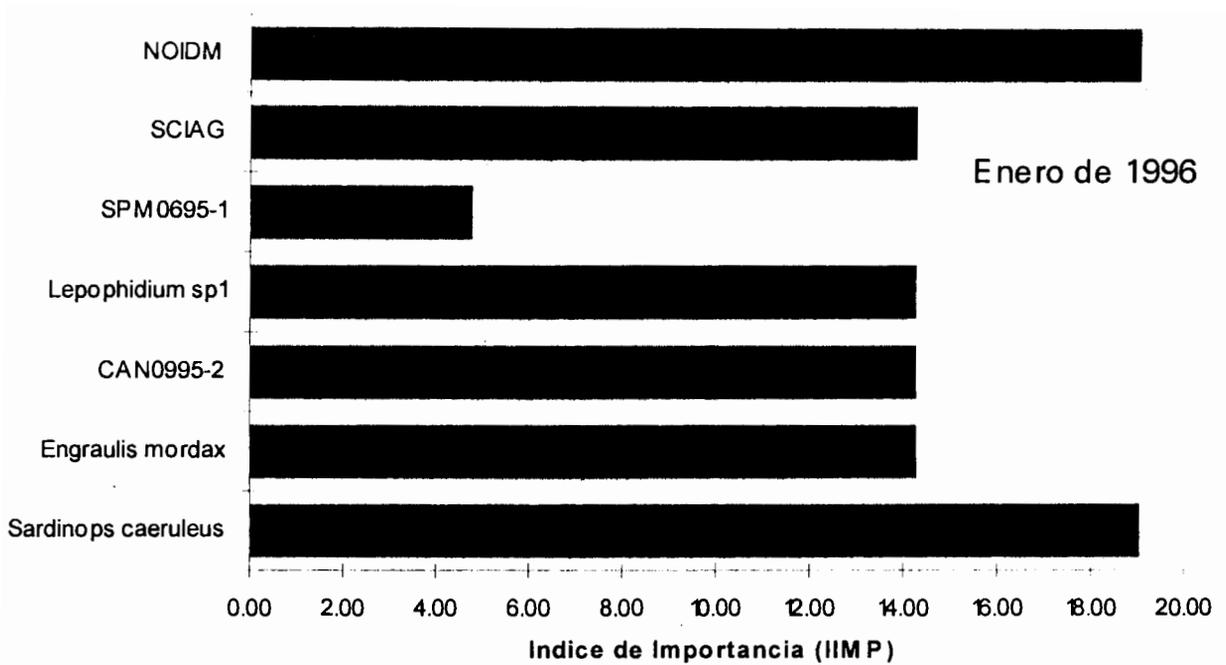


Figura A 5.2. Porcentaje de importancia (IIMP) de las presas encontradas en Los Cantiles.

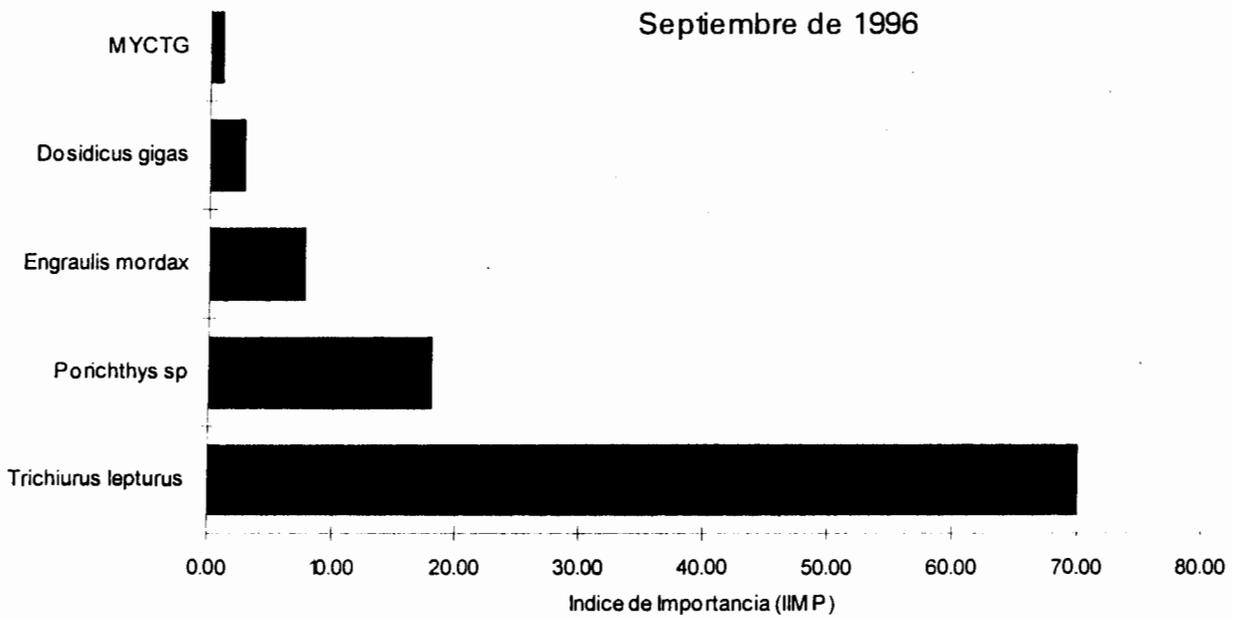
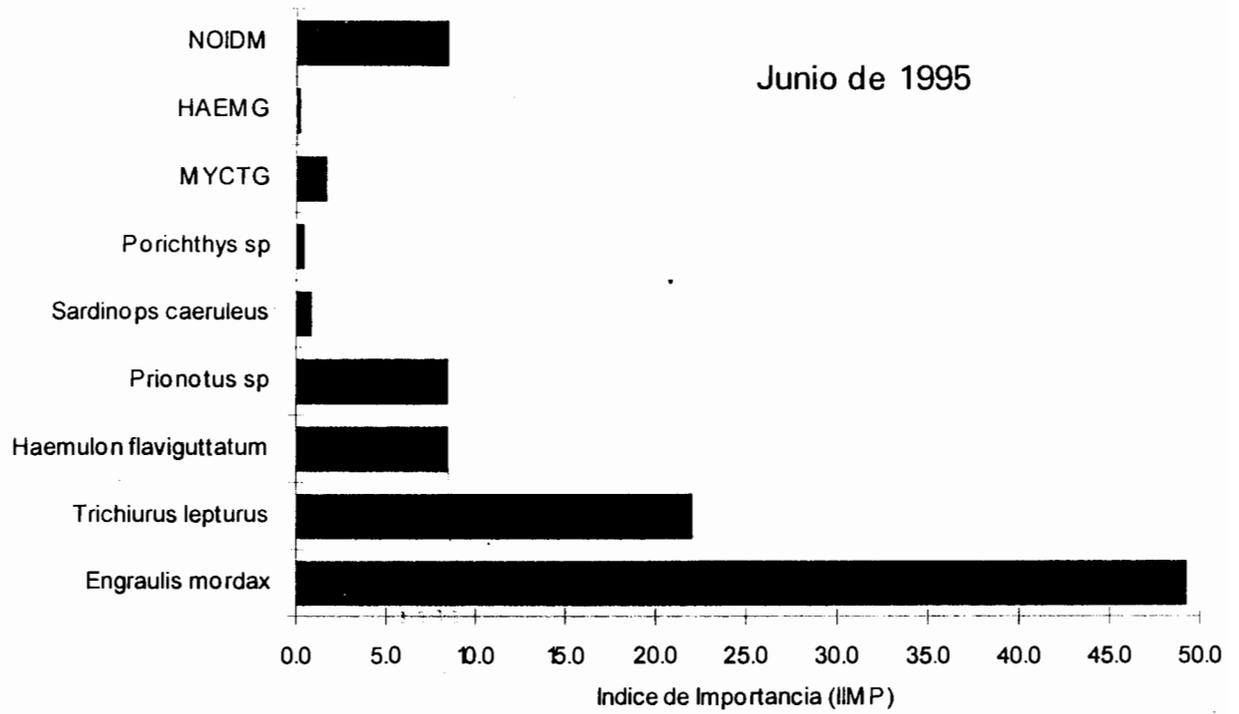


Figura A 6.1. Porcentaje de importancia (IIMP) de las presas encontradas en Isla Granito

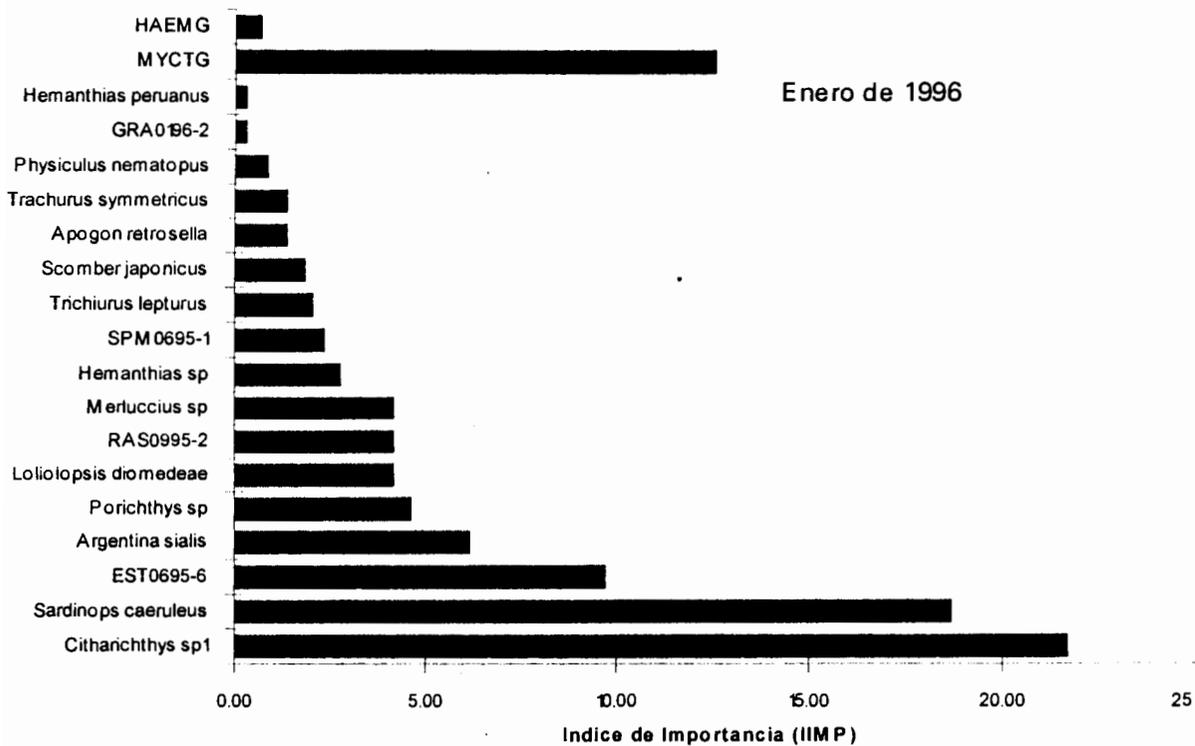


Figura A 6.2. Porcentaje de importancia (IIMP) de las presas encontradas en Isla Granito

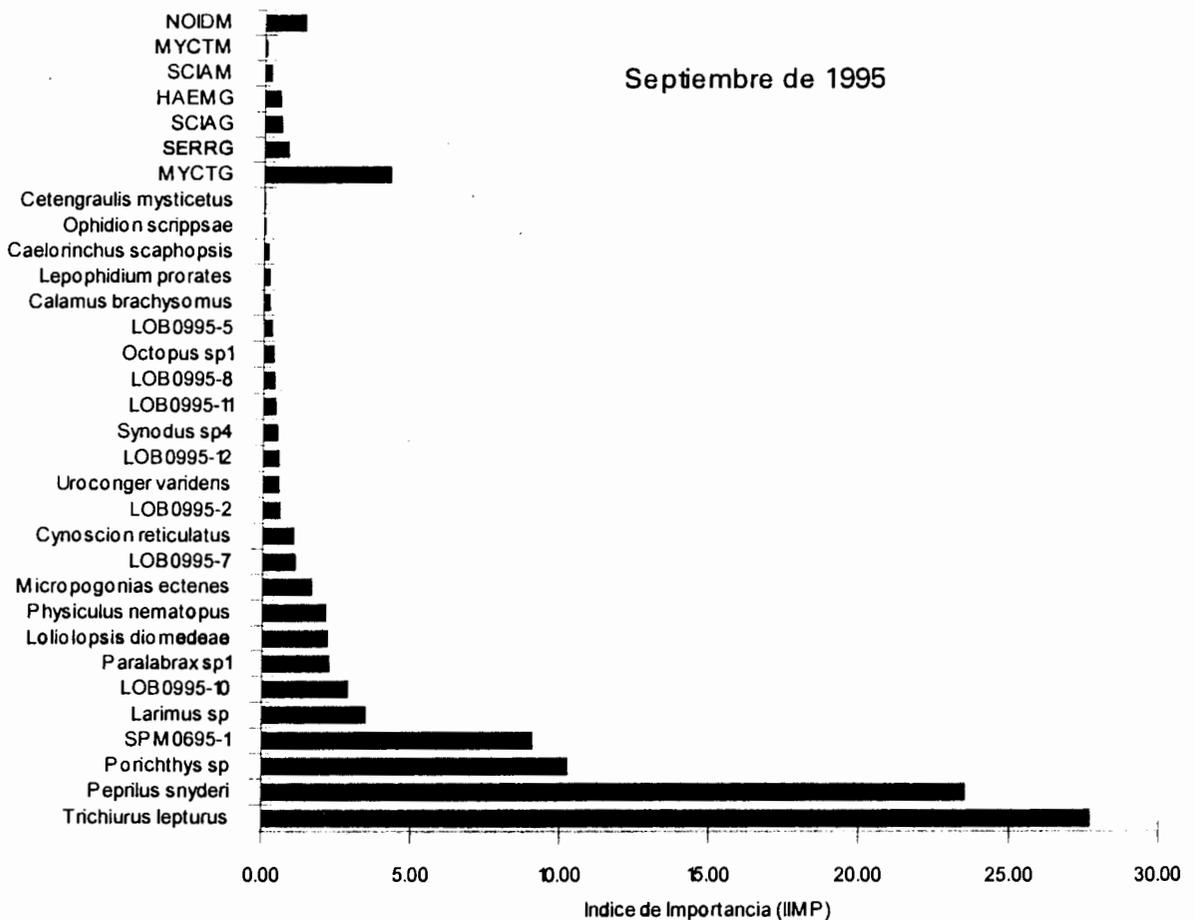
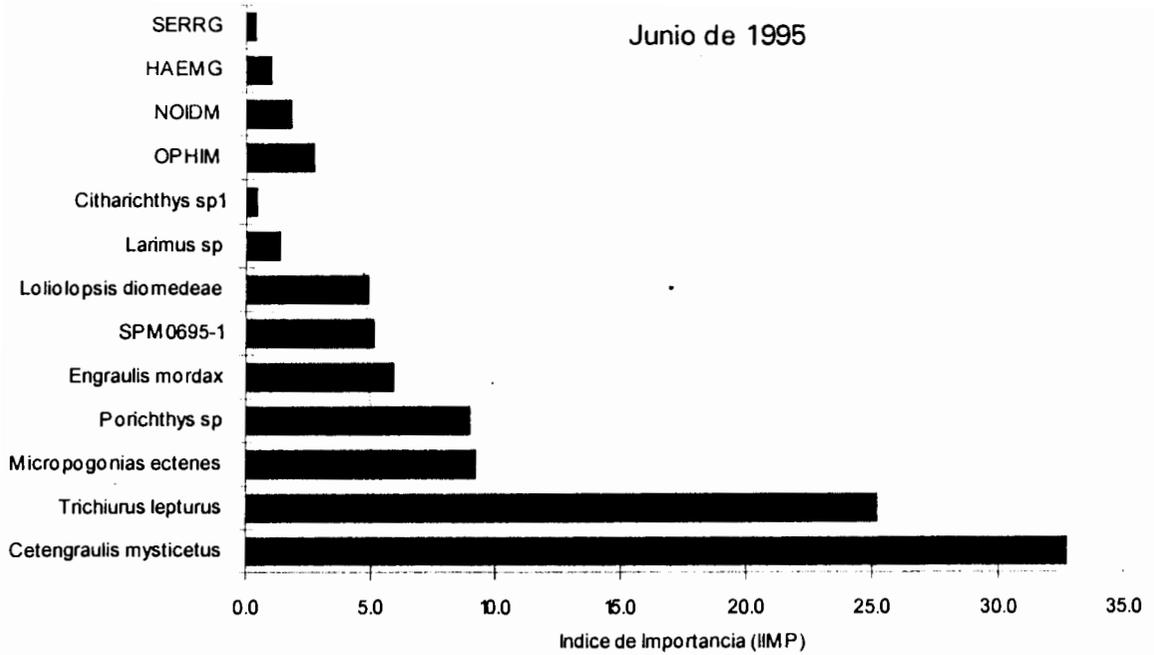


Figura A 7.1. Porcentaje de importancia (IIMP) de las presas encontradas en Isla Lobos.

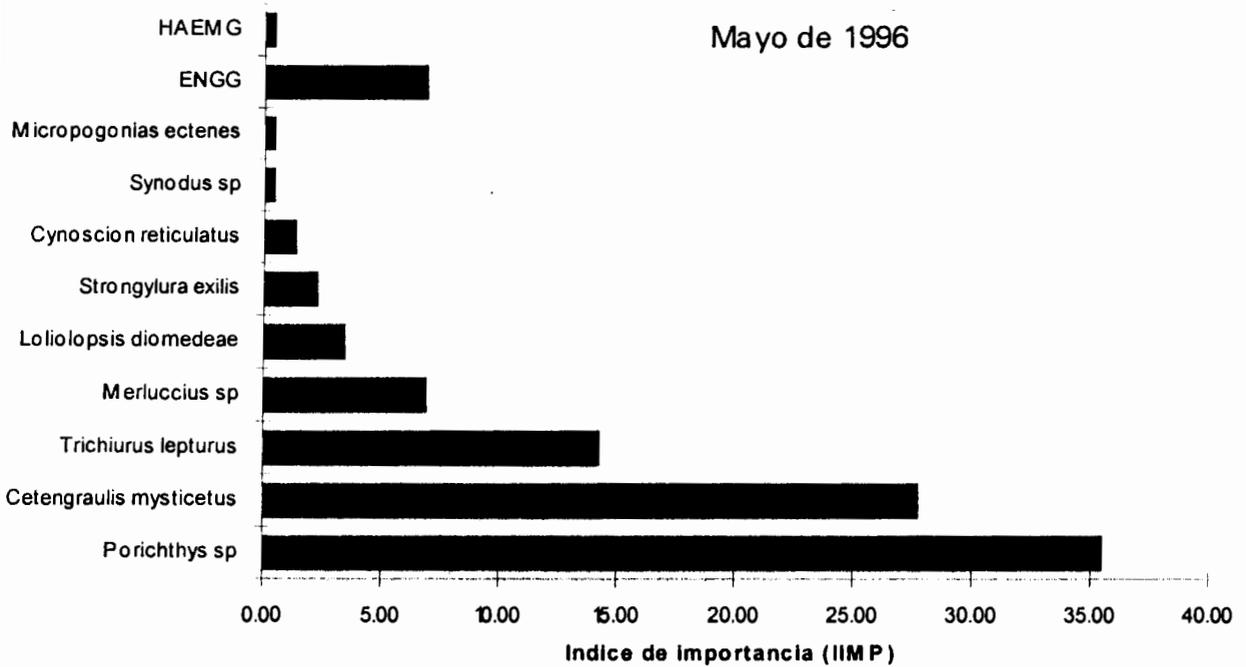
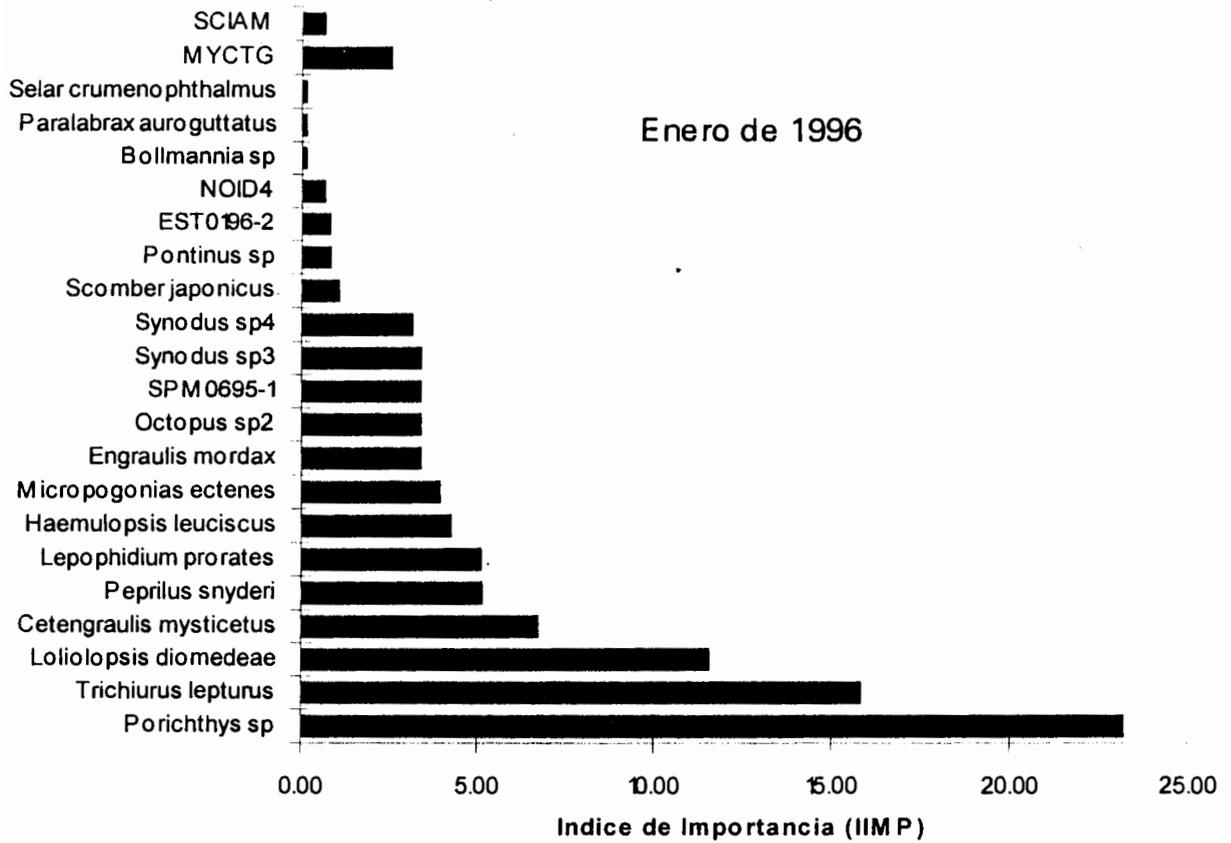


Figura A 7.2. Porcentaje de importancia (IIMP) de las presas encontradas en Isla Lobos.