

**ALGUNOS FACTORES ECOLOGICOS QUE DETERMINAN  
LA DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DEL LOBO MARINO  
*Zalophus californianus*, EN EL GOLFO DE CALIFORNIA**

**ECOLOGICAL FACTORS THAT DETERMINE DISTRIBUTION AND  
ABUNDANCE OF THE CALIFORNIA SEA LION *Zalophus californianus* IN  
THE GULF OF CALIFORNIA**

David Aurióles-Gamboa<sup>1</sup>  
Alfredo Zavala-González<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Mamíferos Marinos  
Facultad de Ciencias, UNAM  
México D. F., México

<sup>2</sup> Departamento de Ecología  
Centro de Investigaciones Científicas y de Educación Superior de Ensenada  
Km 107, carretera Tijuana-Ensenada  
Ensenada, Baja California  
México

*Recibido en mayo de 1993; aceptado en marzo de 1994*

**RESUMEN**

El tamaño de la población de lobo marino *Zalophus californianus* (Lesson, 1828) en periodo de reproducción, durante la década de los ochenta en el golfo de California, se estimó en un total de 23,256 individuos (sin ajustes) y 31,393 animales, con ajustes al error censal. De estos 23,256, el 6.9% fueron machos adultos, 5% machos subadultos, 40.7% hembras adultas, 23.9% juveniles, 22.7% crías (menores de un año de edad) y 0.8% individuos no clasificados. El 86% de las 29 colonias estudiadas están en islas y el restante en cabos de tierra firme, mientras que el 98.8% de la población total ocupa costa insular. El número de islas (hábitat disponible para la reproducción) no determinó la distribución de la población en el golfo de California. En cambio, la concentración de sus presas habituales (sardina, anchoveta, macarela y merluza) coincide con la abundancia de población: el 82% de la población de lobo marino y la producción de crías del golfo se concentraron en la región norte (de isla San Esteban hacia el norte), lo cual se asocia con la presencia de los grandes cardúmenes de pelágicos menores del golfo. Por otra parte, el lobo marino de California tiende a ocupar islas pequeñas y medianas (menores de 3 km de largo), donde se agrupa el 80% de la población. Los factores que determinan esta selección de tamaño insular pueden ser: 1) ausencia de depredadores terrestres, 2) fácil intercomunicación de los animales para la reproducción y 3) ventaja selectiva para el apareamiento. La razón sexual operativa (número de hembras adultas por cada macho adulto) varió de acuerdo con el tamaño de la isla, en relación exponencial negativa. En promedio, hay más hembras adultas disponibles por macho en las islas pequeñas, debido al efecto de agregación por espacio reducido. Este efecto genera una mayor competencia sexual entre los machos adultos (con evidente ventaja para los mismos), pero también asegura una mejor calidad de los machos territoriales para las hembras reproductoras.

*Palabras clave:* lobo marino, abundancia y distribución, estructura poblacional, proporción sexual, golfo de California.

## ABSTRACT

The population of the California sea lion *Zalophus californianus* (Lesson, 1828) in the Gulf of California during the breeding seasons of the 1980's was estimated at 23,256 individuals, and 31,393 if census adjustments are applied. Of this total (23,256), 6.9% were adult males, 5.0% subadult males, 40.7% adult females, 23.9% juveniles, 22.7% pups (less than one year of age) and 0.8% were termed miscellaneous. Eighty-six percent of the 29 sea-lion colonies studied were on islands, while the remaining colonies occupied capes of the mainland. However, around 98.8% of the sea-lion population was counted on islands. The number of islands (available habitat) did not determine the sea-lion distribution in the gulf, but the concentration of its usual preys (sardine, anchovy, mackerel and hake) did. Eighty-two percent of the sea-lion population and its pup production took place in the northern region of the Gulf of California (from Isla San Esteban northward), which seems to be associated with the major abundance of small pelagic fish in the gulf. California sea lions tend to inhabit small- and medium-sized islands (less than 3 km in length), which amount for 80% of the sea-lion population. The probable factors that determine the selection of islands this size are: 1) the absence of terrestrial predators, 2) easier communication of breeding animals and 3) sexual selection advantage for mating individuals. The operational sex ratio varied according to island size in a negative exponential trend. More adult females were available per adult males on smaller islands, since reduced space clumped the females. This clumping effect enhances a higher male-male competition (with an evident advantage for males), but also a higher quality of territorial males for the breeding females.

*Key words:* California sea lion, abundance and distribution, population structure, operational sex ratio, Gulf of California.

## INTRODUCCION

La población mundial de lobo marino *Zalophus californianus* (Lesson, 1828) está compuesta por tres subespecies (King, 1983): 1) la del archipiélago japonés *Z. c. japonicus* (Peters, 1866), que probablemente esté ya extinta, 2) la subespecie norteamericana, *Z. c. californianus* (Lesson, 1868), cuyo ámbito de distribución se extiende desde Columbia Británica (Canadá) al norte, hasta las islas Marías (México) al sur, incluyendo el golfo de California, y 3) la subespecie que habita las islas Galápagos, *Z. c. wollebaeki* (Sivertsen, 1953).

El lobo marino es el único pinnípedo que habita el golfo de California, aunque ocasionalmente pueden encontrarse individuos solitarios de foca de puerto, *Phoca vitulina* (Linnaeus, 1758), elefante marino del norte, *Mirounga angustirostris* (Gill, 1866), y lobo fino de Guadalupe, *Arctocephalus townsendi* (Merriam, 1897) (Aurióles-Gamboá *et al.*, 1993).

La población de lobo marino en el golfo de California ha sido estimada por diversos autores desde los años sesenta, aunque varias de estas estimaciones no han considerado todas las colo-

## INTRODUCTION

The world population of the California sea lion *Zalophus californianus* (Lesson, 1828) is separated into three subspecies (King, 1983): 1) the Japanese Archipelago subspecies, *Z. c. japonicus* (Peters, 1866), which is probably extinct, 2) the North American subspecies, *Z. c. californianus* (Lesson, 1828), whose range extends from British Columbia (Canada) to the north, to the Islas Marías (Mexico) to the south, including the entire Gulf of California and 3) the subspecies in the Galapagos Islands, *Z. c. wollebaeki* (Sivertsen, 1953).

The California sea lion is the only pinniped that abundantly and typically inhabits the Gulf of California, although some individuals of harbor seals, *Phoca vitulina* (Linnaeus, 1758), elephant seals, *Mirounga angustirostris* (Gill, 1866) and Guadalupe fur seals, *Arctocephalus townsendi* (Merriam, 1897), are occasionally found in this area (Aurióles-Gamboá *et al.*, 1993).

The population of the California sea lion in the Gulf of California was first estimated by Lluch (1969) at around 6,127 animals. These censuses included only eight of the 29 colonies

nias existentes. Por ejemplo, Lluch (1969) estimó para 1965 una población de 6,127 individuos en ocho colonias, durante el periodo de reproducción (verano). En este mismo periodo pero cuatro años después, Orr *et al.* (1970) censaron 13 colonias, con un total de 6,406 animales. En 1979, un censo de primavera en 11 colonias consideró alrededor de 8,000 individuos (Aurioles-Gamboa, 1982).

Los censos más completos de la población de lobo marino en el golfo, se realizaron durante el periodo de reproducción (junio y julio) de 1979 y 1981, cuando se registraron 14 colonias, con 15,140 individuos y 12 colonias, con 14,389 individuos, respectivamente (Le Boeuf *et al.*, 1983). La inclusión de censos de islas no consideradas en ese estudio y el uso de censos más actuales para algunas de estas loberas dieron como resultado un total bruto de 20,000 individuos y, con ajustes por errores censales, de 25,000 animales para el golfo de California (Aurioles-Gamboa, 1988). Más recientemente, Zavala (1990) estimó la población de esta región en alrededor de 28,000 individuos.

En el presente trabajo se analizan algunas características poblacionales: la composición por sexo y edad, razón sexual, abundancia y distribución de esta especie en el golfo de California, en relación con algunas variables físicas y biológicas del medio.

## MATERIALES Y METODOS

### Area de estudio

El golfo de California puede ser considerado como la masa de agua comprendida entre las costas de la península de Baja California y la costa continental hasta la línea que une cabo Corrientes, en Jalisco, con cabo San Lucas, en Baja California. Este mar semicerrado se extiende por alrededor de 1000 km, de norte a sur, con una anchura promedio de 150 km (Alvarez-Borrego, 1983).

Basándose en estudios ictiológicos, Walker (1960) definió el límite sur del golfo de California como la línea que conecta cabo San Lucas con Mazatlán, Sinaloa. Para el propósito de este

that are presently known in the gulf, although many of them represented some of the larger populations. Subsequent censuses conducted by Orr *et al.* (1970) in the Gulf of California included 13 colonies, and reported a total of 6,406 individuals. During the spring of 1979, a census on 11 sea-lion colonies resulted in 8,000 individuals (Aurioles-Gamboa, 1982).

The most complete censuses, that covered the largest number of colonies, were those carried out in the gulf during the breeding season (June-July) of 1979 and 1981, yielding 14 colonies with 15,140 and 12 colonies with 14,389 animals, respectively (Le Boeuf *et al.*, 1983). Additional censuses, including islands not considered in previous surveys, offered a total sea-lion population of around 20,000 individuals and, with adjustments for census errors, 25,000 in the Gulf of California (Aurioles-Gamboa, 1988). More recently, Zavala (1990) estimated the population in the Gulf of California to be 28,000 animals.

In the present work, some population characteristics: distribution and abundance, sex and age structure and sex ratios, are discussed in the light of some physical and biological parameters of the Gulf of California.

## MATERIALS AND METHODS

### Study area

The Gulf of California is defined as the water mass that is enclosed by the Baja California Peninsula and mainland Mexico, from northwesternmost Sonora to Cabo Corrientes, Jalisco. A line drawn from this last location to Cabo San Lucas, Baja California, has been used by Alvarez-Borrego (1983) to oceanographically demarcate the southern limit of the Gulf of California. This semi-enclosed sea extends about 1000 km from north to south, with a mean width of 150 km (Alvarez-Borrego, 1983).

However, Walker (1960), based on ichthyological studies, has defined the southern limit of the gulf as a line that connects Cabo San Lucas to Mazatlán, Sinaloa. In this study,

trabajo, se considerará la demarcación propuesta por Walker, debido a que la distribución del alimento (principalmente peces) puede tener una influencia muy directa en la abundancia y distribución del lobo marino y, además, porque las colonias de este pinnípedo al sur de Mazatlán son numéricamente pobres.

Para discutir el efecto de algunas variables físicas como la disponibilidad de espacio insular, se dividió al golfo de California en tres regiones, de acuerdo con los criterios ictiológicos propuestos por Walker (1960) (Fig. 1). El área norte del golfo (1) se extiende desde el delta del río Colorado hasta una línea que conecta punta San Francisquito, en Baja California, con bahía Kino, en Sonora. La región central (2) se extiende desde la línea antes mencionada hasta otra que une la bahía de La Paz, en la península de Baja California, con la bahía de Guaymas, en Sonora. La región del sur (3) se extiende desde la línea anterior hasta el límite sur del golfo, que es la línea que conecta cabo San Lucas con Mazatlán, Sinaloa.

No existe información reciente sobre el número de lobos marinos existentes al sur de Mazatlán, incluyendo las islas Marías, consideradas por Daugherty (1979) como el límite sur de la distribución de lobo marino en América del Norte. Hay registros de lobos marinos hasta cerca del paralelo 14° N, pero se consideran individuos errantes o perdidos (Gallo y Solorzano, 1991).

### Censos

La población de lobo marino fue dividida en cinco clases de edad y sexo. Cada clase incluye individuos que comparten las mismas características morfológicas, en parte debidas al marcado dimorfismo sexual de la especie. Los individuos no clasificados se incluyeron como misceláneos y se agregaron al total de animales.

Machos adultos: Alrededor de 2 y 2.5 m de longitud, color gris, café oscuro o negro y mayores de nueve años de edad (Peterson y Bartholomew, 1967; Orr *et al.*, 1970). Su cuello es grueso y su cabeza está coronada por una cresta sagital.

the demarcation proposed by Walker (1960) will be used, since the distribution of food (mainly fish) may have a more direct influence on sea-lion distribution, and because sea-lion numbers are lower south of Mazatlán.

In order to discuss the California-sea-lion distribution in the Gulf of California, the gulf was divided into three regions, following Walker (1960) (Fig. 1). The northern region (1) extends from the delta (estuary) of the Colorado River to an imaginary line drawn from Punta San Francisquito, Baja California, to Bahía Kino, Sonora. The central region (2) extends from this line southward to another line that connects La Paz, Baja California Sur to Bahía de Guaymas, Sonora. The gulf's southern region (3) is delimited by this line to the north and another imaginary line that connects Cabo San Lucas, Baja California Sur with Mazatlán, Sinaloa.

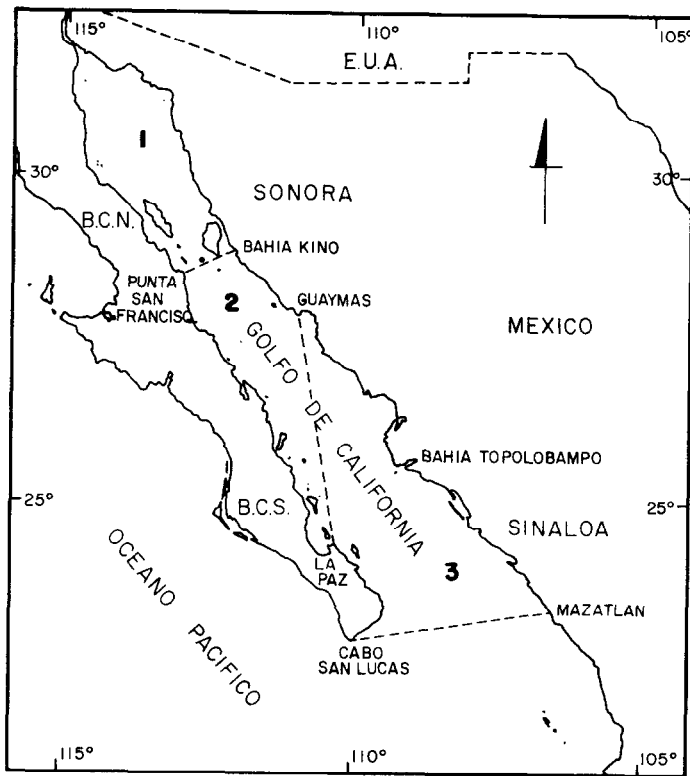
No recent information exists on sea-lion colonies south of Mazatlán, Sinaloa, including the Islas Marías which have been considered as the southern limit of the distribution for this species in North America (Daugherty, 1979). A recent report (Gallo and Solorzano, 1991) indicates that sea lions occur south to 14° N, but these records are considered extralimital or abnormal.

### Censuses

The sea-lion population in the Gulf of California was categorized into five sex and age classes. Each class is comprised of individuals with the following age and sex-related morphological characteristics. All individuals not categorized are included in a miscellaneous group.

Adult males: Individuals around 2 to 2.5 m long, dark gray or brown in color, and nine years old or older (Peterson and Bartholomew, 1967; Orr *et al.*, 1970). The neck is thick and the head is crowned by a sagittal crest.

Subadult males: Approximately 1.5 to 2 m long, with color similar to that of adult males, but with a more slender neck and smaller sagittal crest. The sagittal crest begins to develop in males at five years of age (Orr *et al.*, 1970),



**Figura 1.** División del golfo de California en tres regiones, de acuerdo con la fauna ictiológica (Walker, 1960).

**Figure 1.** Division of the Gulf of California into three regions according to the ichthyological fauna (Walker, 1960).

**Machos subadultos:** Tienen aproximadamente de 1.5 a 2 m de longitud. Su color es similar al de los machos adultos, pero tienen el cuello y la cresta sagital menos desarrollados. La cresta comienza a desarrollarse a partir de los cinco años (Orr *et al.*, 1970), lo cual coincide con la madurez sexual, por lo que su ámbito de edades fluctúa entre los cinco y nueve años.

**Hembras adultas:** Tienen de 1.4 a 1.6 m de longitud. Su color es café claro o crema. En contraste con los machos, las hembras no tienen cresta sagital y su cuello no es tan grueso. Igual que los machos, las hembras alcanzan la madurez sexual a los cinco años de edad (Lluch, 1969).

which is the age at which sexual maturity is attained. Thus, the ages of subadult males range between five and nine years.

**Adult females:** From 1.4 to 1.6 m in length and are light brown and cream colored. They do not have a sagittal crest or thick neck, as do the males. The females also attain sexual maturity at five years of age (Lluch, 1969).

**Juveniles:** These are immature animals of both sexes, whose ages range between one and four years, from just after weaning (Peterson and Bartholomew, 1967), until sexual maturity; their lengths are between 1 and 1.3 m.

**Pups:** These include individuals of both sexes with less than one year of age. They are dark gray and have a mean length at birth of ap-

Juveniles: Son individuos sexualmente inmaduros de ambos sexos y sus edades fluctúan entre uno y cuatro años. Incluye el período desde el destete, que ocurre al cumplirse el primer año de vida (Peterson y Bartholomew, 1967), hasta antes de alcanzar la madurez sexual. Su longitud varía de 1 a 1.3 m.

Crías: Este grupo incluye individuos de ambos sexos que no han cumplido el primer año de edad. Son de color gris oscuro o negro. Al nacer, los machos miden  $75.7 \pm 2.93$  cm ( $n = 54$ ), y las hembras,  $72.3 \pm 4.18$  cm ( $n = 57$ ) (Le Boeuf *et al.*, 1983).

Los censos fueron realizados desde un bote inflable o *ski-boat* de 7 m, excepto en las loberas de Los Islotes y Santa Margarita, que fueron censadas desde tierra en todos los casos. Las diferencias de recuentos hechos por tierra o desde el bote no son significativas (Le Boeuf *et al.*, 1983), excepto para las crías en áreas rocosas, donde muchas de ellas se encuentran ocultas. La diferencia entre los dos tipos de conteos para la categoría de las crías en playa rocosa significa una subestimación del 50%, cuando son contadas desde el bote. Por otra parte, se ha estimado que, durante el período de reproducción, alrededor del 38% de las hembras adultas se encuentran en el mar alimentándose (Bonnell y Ford, 1987), por lo que debe hacerse también la corrección correspondiente.

Las localidades fueron censadas en este trabajo durante la época de reproducción y se ordenaron de norte a sur, de acuerdo con las regiones en que se dividió el golfo de California (tabla 1). Se seleccionaron los censos realizados durante la etapa de reproducción (junio y julio), debido a que la mayor parte de la población se encuentra entonces en las islas (Aurioles-Gamboa, 1982; Le Boeuf *et al.*, 1983; Zavala, 1990).

Cuando se contó con tres o más censos para una localidad, se calculó el valor promedio. Si se dispuso de menos de tres censos para una localidad, se usó el más reciente. En los pocos casos en que no existieron datos tomados durante la reproducción (algunas loberas no reproductoras y con pocos individuos), se escogió el censo con fecha más cercana a este período, asumiendo que la estructura de edades y sexos

proximamente  $75.7 \pm 2.93$  cm ( $n = 54$ ) for males and  $72.3 \pm 4.18$  cm ( $n = 57$ ) for females (Le Boeuf *et al.*, 1983).

The censuses were conducted from an inflatable boat or ski-boat 7 m in length, except for the censuses at Los Islotes and Santa Margarita, which were taken from land in all cases. Differences between censuses from land or boats are negligible (Le Boeuf *et al.*, 1983), except for pups in rocky areas, where they sometimes hide behind the rocks. The underestimation in the pup count in rocky areas is about 50% when conducted from boats. Another correction that must be applied is that of Bonnell and Ford (1987), who estimated that about 38% of the total number of adult females are feeding at sea.

All censuses were conducted during the breeding season, and arranged from north to south according to the divisions that were made in the gulf (table 1). Thus, the analysis of the population structure, as a function of location during the reproductive period, represents the period when the maximum number of animals are found on the islands (Aurioles-Gamboa, 1992; Le Boeuf *et al.*, 1983; Zavala, 1990).

When three or more censuses were available for one location from different years, the mean value was calculated. If fewer than three censuses from a location were available, the most recent one was utilized. For the colonies that were not recorded during the breeding season (only a few cases and small colonies), the population was estimated on the date closest to this period (Aurioles-Gamboa, 1982).

The untreated total number of animals for each colony (without any kind of correction applied) was considered the most accurate population size.

## RESULTS

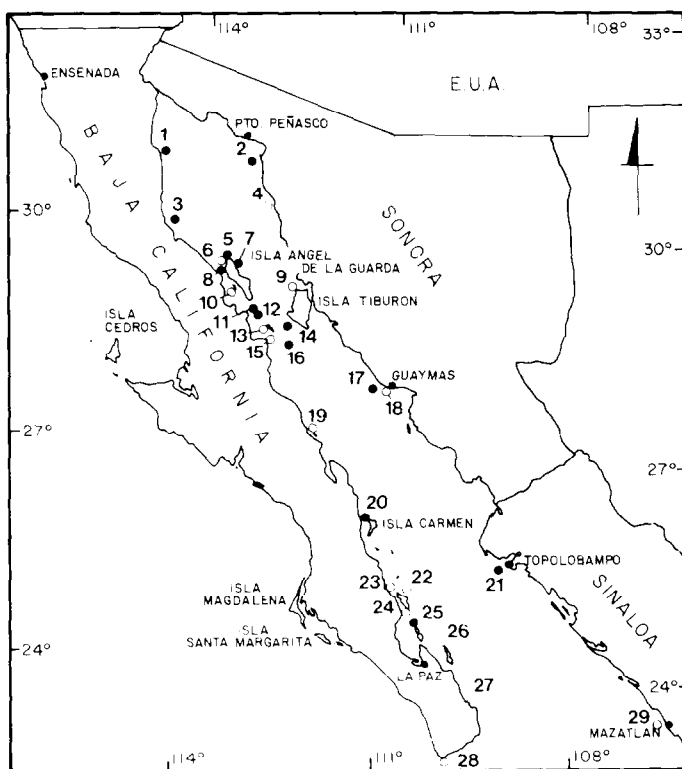
### Number of islands and sea-lion colonies

A total of 29 sea-lion colonies were located inside the Gulf of California (Fig. 2), four of which are found on mainland coasts (Cabo Lobos and Cabo Haro, Sonora; Punta San Francisco, Baja California; Cabo San Lucas, Baja

**Tabla 1.** Distribución por sexo y edad de las colonias de lobo marino de California en el golfo de California.**Table 1.** Sex and age distribution of California-sea-lion colonies in the Gulf of California.

No.	Colonia	Fecha	MA	MS	MA	J	C	M	Total
<b>Norte</b>									
1	Rocas Consag.	18/Jun./81	12	6	295	98	10	-	421
2	I. San Jorge	15/Jun./85	135	79	1743	665	791	-	3413
3	Isla Lobos	27/Jun./84	61	203	1709	453	600	91	3117
4	Cabo Lobos	06/Jul./79	18	34	60	95	-	-	207
5	Isla Granito	18/Jul./91	206	96	510	692	158	-	1662
6	Roca Vela	16/May./85	6	9	105	27	-	-	147
7	Los Cantiles	15/Jul./91	80	22	533	286	389	-	1310
8	Los Machos	02/Jul./90	90	53	664	326	374	-	1507
9	Isla Patos	07/Jul./79	272	182	-	19	-	-	473
10	La Calavera	11/Abr./79	1	-	57	4	5	-	67
11	Perdedores	16/Jul./91	38	27	253	568	26	-	912
12	El Rasito	16/Jul./91	26	11	82	234	77	-	430
13	Salsipuedes	13/Ago./79	27	47	38	-	-	-	112
14	San Esteban	18/Jul./90	408	92	1779	1019	1938	-	5236
<b>Central</b>									
15	Francisq.	16/Feb./80	-	4	-	9	-	-	13
16	San Pedro Mártir	19/Jul./91	99	57	704	519	464	-	1843
17	S.P. Nolasco	15/Jul./91	78	46	484	401	184	-	1193
18	Cabo Haro	20/May./84	1	6	6	1	-	-	14
19	San Marcos	15/Ago./86	4	81	29	26	-	-	140
20	I. Coronado	13/May./87	6	4	2	-	-	-	12
22	Las Animas	07/Ago./87	6	2	20	-	-	-	28
23	La Habana	09/Sep./79	2	20	4	4	-	-	30
24	A. Coyote	09/Sep./79	2	13	14	-	-	-	29
25	Los Islotes	20/Jul./93	22	30	112	45	82	-	291
<b>Sur</b>									
21	Topolobampo	16/Jul./85	20	12	254	53	195	-	534
26	Las Focas	05/May./87	4	4	4	5	-	-	17
27	L. Frailes	19/Jun./82	2	20	17	10	-	3	52
28	Cabo San Lucas	19/Jun./82	1	16	5	14	-	-	36
29	Mazatlán	10/Abr./79	-	-	-	-	-	10	10
<b>Totales</b>			1627	1176	9483	5573	5293	104	23256
<b>Totales ajustados con factores de corrección (véase texto)</b>			1627	1176	12327	5573	10586	104	31393

MA = machos adultos, MS = machos subadultos, HA = hembras adultas, J = juveniles, C = crías y M = misceláneos.



**Figura 2.** Distribución de las colonias de lobo marino en el golfo de California. Los números corresponden al listado de las mismas en la tabla 1. Los círculos llenos indican loberas reproductivas, los círculos vacíos localidades no reproductivas.

**Figure 2.** Distribution of the sea-lion colonies in the Gulf of California. The numbers correspond to those in table 1. The filled circles indicate breeding sites, empty circles are haul-out sites.

es más parecida mientras más cerca se encuentre de la época reproductiva (Aurioles-Gamboa, 1982).

El número total de animales por cada colonia, sin procesar (sin aplicar ninguna corrección) fue considerado el tamaño más preciso de la población.

## RESULTADOS

### Número de islas y colonias de lobo marino

Se localizó un total de 29 colonias de lobo marino en el golfo de California (Fig. 2). De éstas, cuatro se encuentran en tierra continental

California Sur). Because they are located on rocky points or capes backed by high cliffs, these four colonies are not readily accessible from their landward sides. The other 25 colonies are found on islands of various sizes (including exposed rocks). Figure 2 also shows the distribution of the sea-lion colonies in the Gulf of California and those where breeding activity occurs.

California sea lions prefer to inhabit islands rather than mainland sites, undoubtedly to avoid terrestrial predators. It is known that the coyote (*Canis latrans*) preys upon sea-lion pups (Sánchez, 1987), but prior to human influence, other large predators such as bears, wolves, and



o peninsular (cabo Lobos y cabo Haro, en Sonora; Punta San Francisquito y cabo San Lucas, en Baja California y Baja California Sur, respectivamente). Debido a que estas colonias están en cabos rocosos, su acceso no es posible desde tierra. Las restantes 25 colonias se encuentran en islas de varios tamaños y algunos islotes o rocas. La Fig. 2 muestra la distribución de las colonias en el golfo de California, así como aquéllas donde se realiza la actividad reproductora.

El lobo marino de California prefiere habitar islas a localidades en tierra continental, para evitar una posible depredación terrestre. La presencia de depredadores de gran tamaño (osos, pumas, lobos, coyotes) es mucho más probable en el continente que en las islas, sobre todo si éstas son pequeñas. Considerando esta condición, el número y distribución de las islas puede ser un factor limitante en la distribución y abundancia de lobo marino dentro del golfo de California. Actualmente, se sabe que el coyote (*Canis latrans*) puede depredar sobre crías de lobo marino (Sánchez, 1987), pero en el pasado es probable que otros grandes depredadores hayan limitado los asentamientos de lobos marinos en el continente.

Las tres regiones del golfo de California tienen diferencias tanto en el número total de islas como en el número de ellas ocupadas por lobos marinos. La región central del golfo contiene cerca de 51 islas e islotes mayores de 20 m de longitud (Secretaría de Marina, 1981), pero sólo diez de éstas están ocupadas por lobos marinos. La región norte, por su parte, tiene 30 islas, de las cuales 14 están ocupadas por lobos marinos (tabla 2). La diferencia entre el índice de ocupación de islas es clara (número total de islas ocupadas  $\times$  100/número total de islas). La región norte tiene el mayor índice de ocupación (46.7), seguida de la región sur (25) y la parte central (19.6).

#### **Tamaño de las islas y número de colonias de lobo marino**

La distribución de frecuencias del tamaño de las islas (considerada la longitud máxima de la isla), así como la distribución de las islas

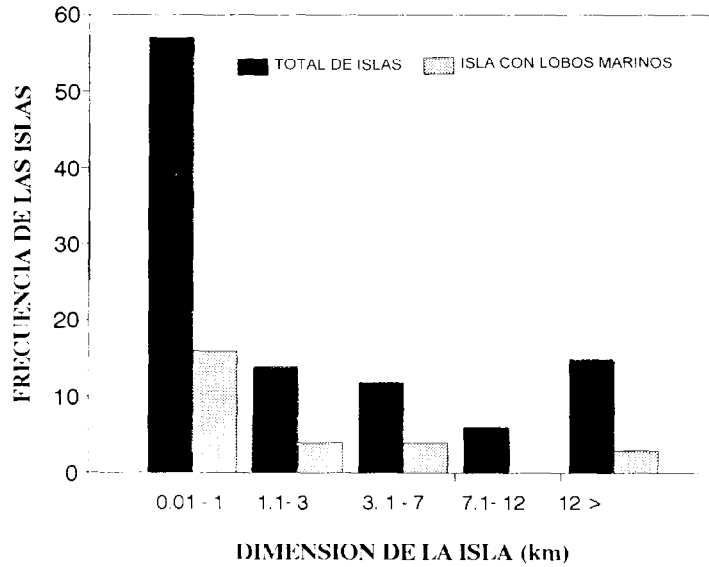
American lions probably affected the sea-lion colonies on the mainland also. Since large predators are less likely to exist on islands, particularly small ones, the number and distribution of islands can be considered as a limiting factor in sea-lion distribution.

The three regions of the Gulf of California used in this study are not equal in the number of islands they possess, nor in the proportional occupation by sea lions. The central region of the Gulf of California contains about 51 rocks and islands more than 20 m long (*Secretaría de Marina*, 1981), but only ten of these are occupied by sea lions. The northern region, on the other hand, has 30 rocks and islands but 14 of these are inhabited by sea lions (table 2). The difference in the occupation index (total number of occupied islands  $\times$  100/total number of islands) is clear. The northern region had the greatest occupation index (46.7), followed by the southern region (25) and central (19.6).

#### **Island size and sea-lion colonies**

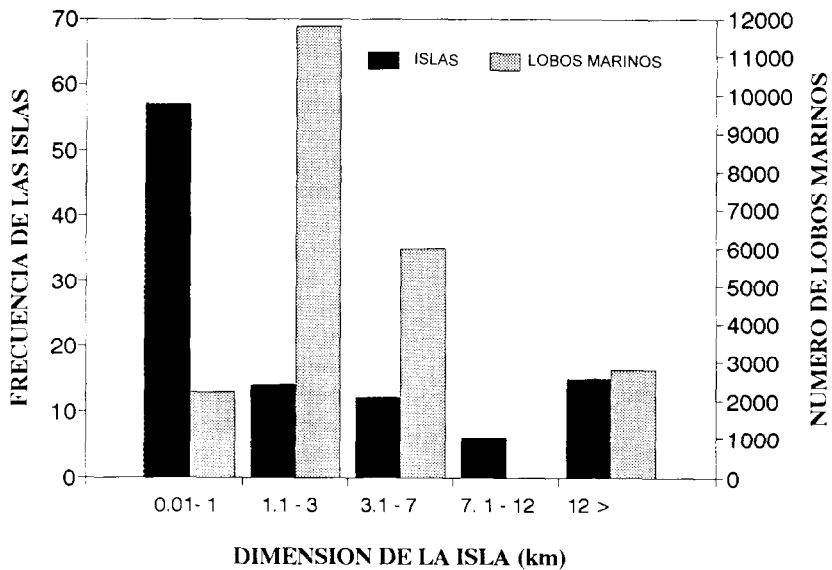
California sea lions in the Gulf of California seem to prefer to inhabit or haul-out on small islands. Figure 3 shows frequency distribution of the islands in the Gulf of California by size (length), and similar distributions of the islands occupied by California sea lions. For present purposes, the length of an island was considered as a relative measurement of the island's size (*i.e.*, area), and these data were obtained from the *Secretaría de Marina* (1981). As can be seen from Fig. 3, the likelihood of sea lions being found on islands is inversely related to island size.

Small-island colonies are numerous, but they contain proportionately fewer individuals than larger islands, and in some cases are not reproductive colonies. Thus, the number of sea lions in a colony is a better indication of island size preference. If island size distribution is plotted against the number of sea lions on those islands, the effect of preference can be seen (Fig. 4). Islands between 1 and 7 km long are occupied by a larger number of sea lions amounting to 80% of the sea-lion population in the gulf.



**Figura 3.** Distribución de frecuencias de las islas del golfo de California, de acuerdo con el tamaño y frecuencia de las mismas en relación con la ocupación por lobos marinos.

**Figure 3.** Frequency distribution of the islands in the Gulf of California according to their size and frequency of islands inhabited by sea lions.



**Figura 4.** Distribución de frecuencias de las islas del golfo de California por el tamaño y frecuencia de las mismas en cuanto al número poblacional de lobos marinos residentes.

**Figure 4.** Frequency distribution of the islands in the Gulf of California according to their size and number of sea lions that inhabit them.

**Tabla 2.** Número de islas, colonias de lobo marino y porcentaje de islas ocupadas por lobos marinos en el golfo de California.

**Table 2.** Number of islands, sea-lion colonies and percentage of islands inhabited by sea lions in the Gulf of California.

Región	Núm. de rocas islotos e islas	Núm. de colonias	Porcentaje de colonias	Porcentaje de islas ocupadas
Norte	30	14	48.2	47
Central	51	10	34.4	19.6
Sur*	20	5	17.2	25

\* Considerando como límite sur del golfo de California una línea que une a cabo San Lucas, Baja California Sur, y Mazatlán, Sinaloa (Walker, 1965).

ocupadas por lobos marinos en función del tamaño, se presentan en la Fig. 3. Es posible dilucidar que la probabilidad de encontrar lobos marinos en las islas está inversamente relacionada con el tamaño de las mismas (los datos sobre el tamaño de las islas proceden de la Secretaría de Marina, 1981).

Las islas pequeñas son numerosas, pero contienen proporcionalmente menos individuos que las islas grandes y, en la mayoría de los casos, no son loberas reproductoras. De ahí que el número de lobos marinos que habitan islas de diferente tamaño es un mejor indicador de la preferencia por el tamaño insular. Si la distribución del tamaño de las islas se compara con el número de lobos marinos que ahí habitan (datos tomados de la tabla 1), es posible notar la preferencia por islas entre 1 y 7 km de largo (Fig. 4), las cuales acumulan aproximadamente el 80% de la población.

#### **Distribución de la población de lobo marino en el golfo de California**

De las 29 colonias de lobo marino conocidas para el golfo de California (Fig. 2), 14 se encuentran en la región norte y representan a la mayoría de la población (19,014), equivalente al 81.7% (tabla 1). La región central, con diez colonias, tuvo proporcionalmente un menor número de lobos marinos (3,593), que representan el 15.4% de la población del golfo. La región sur, que incluye cinco colonias, tuvo una población aproximada de 649 animales, el 2.7% de la población total del golfo.

#### **Distribution of sea lions in the Gulf of California**

Of the 29 colonies known in the gulf (Fig. 2), 14 were located in the northern region, which represented the majority of the individuals (19,014), equivalent to 81.7% of the total sea-lion population in the gulf (table 1). The central region includes ten colonies and a proportionally smaller number of sea lions (3,593), representing 15.4% of the total population. The southern region has only five colonies, and accounts for about 649 animals, or 2.7% of the sea-lion population.

About 82.5% of the pup production (4,368) in the Gulf of California occurs in the northern region, in spite of the fact that the rookery at Isla San Pedro Mártir, which is very close to the northern region, was not included. This island, however, could actually be considered as belonging to the northern region, since it is affected by the water mass defined by Alvarez-Borrego (1983). If San Pedro Mártir were to be included in the northern region, the percentage of pup production in this region would rise to 91.2%.

#### **Sex and age structure**

For the period encompassed by this study (1979-1991), the total California-sea-lion population in the gulf was almost 23,256 animals (table 1). If we break this number into relative abundance percentages by sex and age class

En términos de producción anual de crías, la región norte del golfo alcanza el 82.5% (4,368 crías), sin incluir la isla San Pedro Mártir, que queda ligeramente debajo de la línea divisoria entre la región norte y la central. Esta isla, sin embargo, podría considerarse dentro de la región norte, debido a que se encuentra en la misma masa de agua fría, definida por Alvarez-Borrego (1983). Si la producción de crías de esta isla se incluyera en la parte norte, el porcentaje de esta zona se elevaría al 91.2%.

### Estructura por sexo y edad

Durante el periodo del presente estudio (1979-1985), la población de lobo marino para el golfo de California (sin factores de corrección), se estimó en 23,256 animales (tabla 1). Si descomponemos este total en las diversas clases por sexo y edad, la estructura de la población durante el periodo de reproducción es similar a la de la Fig. 5. Por sexo y edad, las hembras adultas representan la clase dominante, seguida por las crías, tal como se ha registrado para otras áreas (Odell, 1975; Bonnell *et al.*, 1978).

El número de juveniles es bajo, debido en parte a la alta tasa de mortalidad en los primeros años de vida (Aurioles-Gamboa, 1988; Aurioles-Gamboa y Sinsel, 1988). El número total de crías puede utilizarse como un indicador del número de hembras lactantes. De acuerdo con este valor, se puede asumir que, en promedio, el 55.8% de las hembras tenían cachorros. El porcentaje restante puede estar compuesto de hembras de alguna de las siguientes categorías: 1) sexualmente inmaduras, 2) demasiado viejas, no reproductoras, 3) que no terminaron la gestación o perdieron su cría.

Debido a que las edades de las hembras adultas varían desde 4 ó 5 años hasta los 15, que es la máxima edad encontrada para el golfo de California (Aurioles-Gamboa, 1988), es posible comparar esta categoría con la suma de los machos subadultos (4 ó 5 a 9 años) y machos adultos (9 a 15 años; tabla 1). De esta comparación resulta la proporción de sexos para la población adulta durante la reproducción, que es alrededor de 1:3.38 (machos por hembras). Sin embargo, como los machos no son efectiva-

distribución, the population composition would be similar to that in Fig. 5. Adult females comprised the dominant sex-age class, as reported for other areas (Odell, 1975; Bonnell *et al.*, 1978), followed by the pups.

The number of juveniles is low, due to the high mortality of pups and yearlings (Aurioles-Gamboa and Sinsel, 1988; Aurioles-Gamboa, 1988). The total number of pups during a breeding season in relation to the total number of females can be used as an indicator of nursing females. This value shows that about 55.8% of the females were raising a pup. The remaining percentage can be composed of females in one of the following categories: 1) sexually immature, 2) too old for breeding and 3) with incomplete gestation or loss of pup.

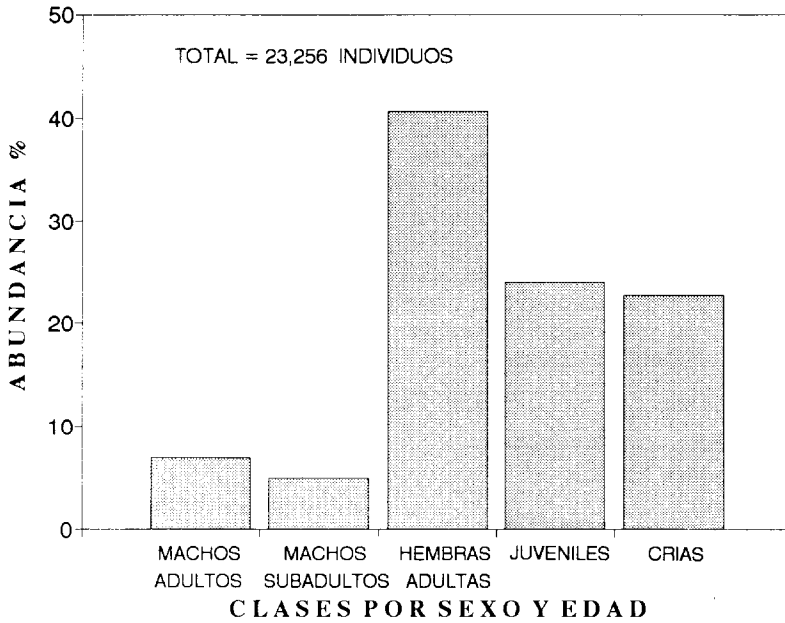
Ages of adult females range from 4 or 5 to 15 years, which is the oldest age recorded for sea lions in the gulf (Aurioles-Gamboa, 1988). This same range applied for both subadult and adult males. Thus, a comparison of the sum of subadult and adult males to the total number of adult females, results in an estimate of around 1:3.3 in the adult sex ratio for the population (table 1). However, the fact that only adult males (nine years or older) are effectively reproductive (Peterson and Bartholomew, 1967), the male to female sex ratio of the breeding population in the Gulf of California would be around 1:5.8, as an average.

## DISCUSSION

### Island size and sea-lion preferences

The preference of sea lions to occupy small- and medium-sized islands (1-7 km) can be a function of several factors: 1) scarcity of good breeding sites on tiny islands (< 1 km), 2) the possible presence of large predators on large islands, 3) easy animal contact for breeding and 4) selective advantages for breeding.

In terms of terrestrial predation, it is worth mentioning that Isla Tiburón (the largest island in the gulf) is inhabited by Seri Indians (Felger and Moser, 1985), and is not occupied by sea lions; while the smaller Isla San Esteban, also inhabited by Seris who hunt sea lions, has the



**Figura 5.** Distribución de la población total de lobo marino en el golfo de California por categorías de sexo y edad durante el periodo de reproducción (promedio de 1979 a 1991).

**Figure 5.** Sex and age structure of the California sea lion in the Gulf of California during the breeding season (average for 1979-1991).

mente reproductores hasta que alcanzan la madurez física (nueve años de edad; Peterson y Bartholomew, 1967), la proporción de sexos de la población potencialmente reproductora en el golfo de California para esos años fue aproximadamente de 1:5.8, en promedio.

## DISCUSION

### Tamaño de las islas y preferencia de los lobos marinos

La preferencia del lobo marino de California por islas de tamaño pequeño y medio (1 a 7 km) puede ser función de varios factores: 1) la ausencia o escasez de sitios adecuados para la reproducción en las islas muy pequeñas (< 1 km), 2) la posible presencia de depredadores terrestres en las islas más grandes, 3) la fácil intercomunicación de los animales para la reproducción y 4) la ventaja selectiva en el apareamiento.

largest colony in the gulf (table 1). The difference between these two sites is the presence of coyotes on Isla Tiburón (Bekkof, 1977; Case and Cody, 1983).

### Island topography as a selective factor for breeding

Sea lions in the Gulf of California often breed on rocky areas, which provide refuge for pups during the hot summer when temperatures may reach up to 40°C.

Sandy and pebble beaches are also utilized by sea lions to give birth and copulate; however, when rocky shores are nearby, they prefer these sites. For instance, the Los Islotes colony in the southern gulf (Fig. 2) is a rookery about 250 m long. However, it is selected for breeding because the boulders provide protection from solar radiation to parturient females and their pups (Auriolles-Gamboa, 1982). Sea lions on Isla San Nicolas in California also prefer

En términos de la depredación terrestre, es interesante que la isla Tiburón (la más grande del golfo) ha sido habitada por indios Seri desde tiempos prehistóricos (Felger y Moser, 1985) y no se encuentra habitada por lobos marinos. Por su parte, la isla San Esteban fue habitada también por indios Seri que cazaban a este pinnípedo (Felger y Moser, 1985) y, sin embargo, es la lobera con mayor población del golfo (tabla 1). La diferencia entre las dos islas es la presencia del coyote, que depreda sobre crías de lobo marino y solamente se encuentra en isla Tiburón (Bekoff, 1977; Case y Cody, 1983).

### Topografía insular, como factor selectivo para la reproducción

En el golfo de California, el lobo marino se reproduce a menudo en playas rocosas. En estas áreas la presencia de grandes rocas provee refugio para las crías durante el verano, cuando la temperatura ambiental llega a superar los 40°C.

Las playas de arena y canto rodado son también utilizadas por el lobo marino para llevar a cabo los nacimientos y cópulas, sin embargo, cuando existen zonas rocosas aledañas prefieren ocupar estos sitios. La colonia de Los Islotes, por ejemplo, ubicada en el extremo suroeste del golfo (Fig. 2), es una colonia reproductora cuya longitud es de aproximadamente 250 m. A pesar de su tamaño, este sitio es adecuado para la reproducción por la presencia de rocas, debajo de las cuales las hembras dan a luz y las crías se ocultan de la radiación solar (Auriolos-Gamboa, 1982). El lobo marino de California en isla San Nicolás, frente a California, también prefiere playas rocosas para la reproducción, y cambia a playa de arena cuando el periodo reproductivo ha terminado (Odell, 1975). Las mismas observaciones se han hecho para el lobo fino de Nueva Zelanda, *Arctocephalus forsteri* (Crawley y Wilson, 1976).

Las islas o islotes muy pequeños carecen de playas rocosas en general y, por tanto, no son escogidos por la especie para la reproducción, pero cuando sí los tienen, son los preferidos por ser lugares más seguros.

Otro factor que determina que las islas pequeñas sean adecuadas para la reproducción es

rocky beaches during the breeding season, and move to open sandy beaches after the reproductive period (Odell, 1975). The same pattern is observed for the New Zealand fur seal, *Arctocephalus forsteri* (Crawley and Wilson, 1976).

Small islands that lack good breeding sites are not chosen by sea lions; however, when small islands do have such sites, they are chosen for breeding.

Another factor that determines small islands as being better places to inhabit is sexual selection. Adult females tend to clump together on small islands, while they disperse on large islands because of the availability of space. These concentrated female groups are attractive for adult males and generate intrasexual competition, which results in the obvious advantage for males, but also for the females to copulate with a healthy and strong mate.

The number of adult males compared to females in the breeding population (operational sex ratio) is very different depending on the island (table 3). If these values are plotted against island size (as defined in Figs. 3 and 4), a negative trend is obtained (Fig. 6), where the smaller the island, the larger the number of females per male. A similar trend was obtained using the coastal length and the operational sex ratio (Zavala, 1993), which leads to the assumption that territorial male competition is more aggressive, but advantageous.

### Sea-lion distribution along the Gulf of California

As mentioned above, the largest number of sea lions, rookeries, breeding sites, and highest pup production are all concentrated in the northern region of the Gulf of California. This distribution is not related to island availability (table 2), but more probably to food richness in the area. The region is rich in nutrients such as phosphates, nitrates, nitrites, and silicates. These important nutrients exhibit a positive gradient in their sea-surface concentrations from south to north in the gulf (Alvarez-Borrego, 1983). A similar gradient has been found in phytoplankton concentrations in the Gulf of California (Gilbert and Allen, 1973; Alvarez-Borrego, 1983). These higher con-

**Tabla 3.** Razones sexuales para las colonias reproductoras de lobo marino de California en el golfo de California durante el periodo reproductivo (datos de la tabla 1).

**Table 3.** Operational sex ratio for California-sea-lion rookeries in the Gulf of California during the breeding season (data from table 1).

No. *	Colonia	Año	Machos	Hembras
1	Rocas Consag.	1981	1	24
2	Isla San Jorge	1979-1985	1	12.9
3	Isla Lobos	1984	1	28
5	Isla Granito	1984	1	12.2
7	Los Cantiles	1984	1	8.3
8	Los Machos	1984	1	10.3
12	El Rasito	1979	1	24.6
14	San Esteban	1984	1	8.5
16	San Pedro Mártir	1984	1	22
17	S. P. Nolasco	1979-1985	1	9.6
21	Topolobampo	1980-1985	1	12.7
25	Los Islotes	1978-1985	1	9.1

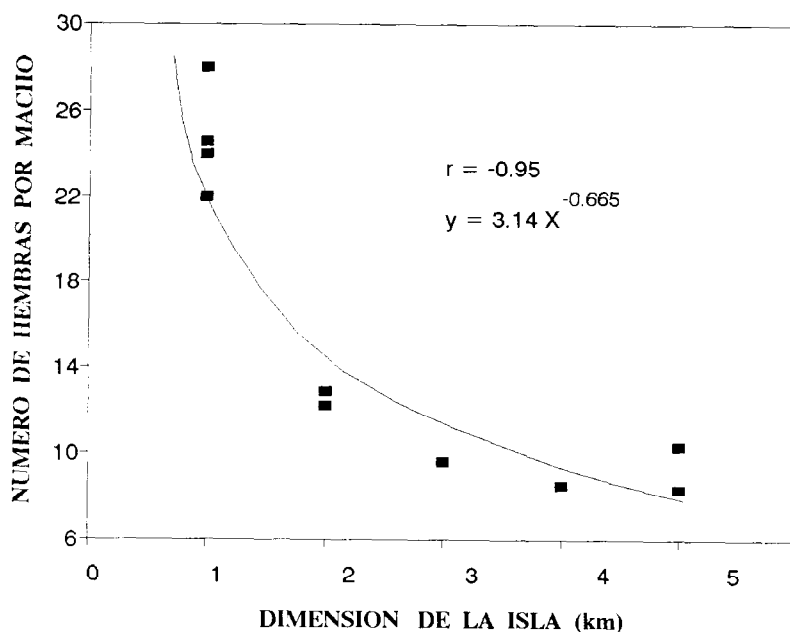
\* Véase tabla 1 y Fig. 2.

la selección sexual. Las hembras adultas tienden a concentrarse en las islas pequeñas por la reducción de espacio, mientras que en las islas grandes, por el espacio disponible, tienden a dispersarse. Las agregaciones de hembras numerosas resultan atractivas para los machos, lo cual debe reflejarse en la competencia intra-sexual. La ventaja para las hembras puede ser el aparearse con una pareja altamente seleccionada, mientras que para los machos la ventaja es obvia.

Si se compara el número de machos y hembras adultos (como la población potencialmente reproductora), las proporciones sexuales resultan muy diversas (tabla 3). Sin embargo, si representamos gráficamente el número de hembras por macho en función de las categorías de tamaño insular, se obtiene una clara correlación negativa (Fig. 6), donde mientras más pequeña es la isla, mayor es el número de hembras correspondiente a cada macho, lo cual hace suponer que en estos lugares la competencia territorial debe ser mayor pero ventajosa. Una tendencia similar se encuentra relacionando la

concentrations of nutrients and phytoplankton undoubtedly have a direct influence on the biomass at higher levels of the food web. For example, the Monterey or Pacific sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) is mainly distributed in the gulf along a limited area of the Sonoran coast and in the Midriff Islands region, specially around Isla Angel de la Guarda and Isla Tiburón. Its potential commercial capture has been estimated between 200 and 250 thousand metric tons/year (Alvarez-Borrego, 1983; Lluch *et al.*, 1986; Mathews *et al.*, 1974).

Several species of herrings (*Ophistonema*) also occur in large schools during the summer in the northern gulf. The hake *Merluccius angustimanus* has its highest concentration along the Sonoran coast, from north of Isla Tiburón to the Guaymas area, and its potential fishery has been estimated at around 280 thousand metric tons/year (Mathews, 1985). The large anchovy (*Cetengraulis mysticetus*) appears to have its highest concentration in the gulf's waters (L.T. Findley, personal communication), and is considered one of the most abundant schooling



**Figura 6.** Relación de la razón sexual (número de hembras/número de machos) *versus* tamaño de las islas que habitan, para el golfo de California, durante el periodo de reproducción (el intercepto es igual al logaritmo de a). Se excluyeron las loberas de Los Islotes y Topolobampo por tener "machos flotantes" durante el periodo reproductivo, efecto de inmigraciones a la región sur del golfo (Aurióles-Gamboa *et al.*, 1983). Si estas dos islas son incluidas, el coeficiente de correlación es aún significativo ( $r = -0.84$ ).

**Figure 6.** Sex ratio (number of females/number of males) *versus* island size in the Gulf of California during the breeding season (the intercept is equal to  $\log a$ ). Los Islotes and Topolobampo rookeries were excluded because they have "floating males", a reflection of immigration in the southern region of the Gulf of California (Aurióles-Gamboa *et al.*, 1983); however, if they are included, the regression coefficient is still significant ( $r = -0.84$ ).

longitud de costa de la isla con la razón sexual (Zavala, 1993)

**Distribución de la población de lobo marino a lo largo del golfo de California**

La mayor parte de la población de lobo marino, así como la mayor producción de crías, corresponde a la región norte del golfo de California. Esta significativa concentración no está relacionada directamente con el espacio insular disponible (tabla 2), sino probablemente con la riqueza alimentaria de sus aguas. En términos generales, las aguas del golfo presentan un gra-

fos in the gulf. The Pacific mackerel (*Scomber japonicus*) also has its greatest abundance in the northern Gulf of California, and it follows a migratory pattern similar to the Monterey sardine (Lluch *et al.*, 1986). These species of fish are favorite prey of sea lions in this and other areas (Fiscus and Baines, 1966; Antonelis *et al.*, 1984; Orta, 1988; Aurióles-Gamboa, 1988).

These important preys show a pronounced biomass concentration during the summer in the mid-northern gulf, when more than 80% of the California-sea-lion population is found in that area. It is evident that sea lions occur where



diente negativo norte-sur en los nutrientes esenciales para el fitoplancton (fosfatos, nitritos, nitratos y silicatos) (Alvarez-Borrego, 1983). Esta mayor riqueza de nutrientes tiene un efecto directo sobre el fitoplancton y los siguientes niveles de la cadena trófica, los cuales siguen una tendencia similar (Alvarez-Borrego, 1983; Gilbert y Allen, 1973). Por ejemplo, la sardina Monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) tiene su mayor concentración durante el verano alrededor de las islas Angel de la Guarda y Tiburón, donde su potencial de captura ha sido estimado entre 200 y 250 mil toneladas (Alvarez-Borrego, 1983; Lluch *et al.*, 1986; Mathews *et al.*, 1974).

Varias especies de anchoveta del género *Ophistonema* también se encuentran en grandes cantidades durante el verano, en esa región. La merluza del golfo (*Merluccius angustimanus*) tiene su mayor abundancia en la costa de Sonora, entre la isla Tiburón y Guaymas (Mathews, 1985). La misma tendencia existe para otra anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*), considerada como una de las especies pelágicas más abundantes del área (Lloyd T. Findley, comunicación personal) y para la macarela del Pacífico (*Scomber japonicus*), que sigue un patrón de distribución y migración similar al de la sardina Monterrey (Lluch *et al.*, 1986). Estas especies son alimento preferencial del lobo marino de California en esta zona y otras de su distribución (Fiscus y Baines, 1966; Antonelis *et al.*, 1984; Orta, 1988; Aurioles-Gamboa, 1988).

Las especies mencionadas muestran su mayor abundancia durante el verano en la región norte del golfo, es decir, en el tiempo y espacio en que se concentra más del 80% de la población del lobo marino. En el golfo de California, como en otras regiones, la distribución de la población del lobo marino parece estar estrechamente asociada con la distribución y abundancia de los cardúmenes de peces pelágicos (Aurioles-Gamboa, 1988).

#### Tamaño poblacional y estructura de edades

El cálculo de la población de lobo marino en aproximadamente 23,256 individuos se considera una subestimación, ya que no se hicieron

the larger stocks of schooling fish are found inside the gulf (Aurioles-Gamboa, 1988).

#### Population size and sex/age structure

The estimated population of 23,256 for the California sea lion in the Gulf of California is considered to be low, since no correction factors were applied. If the correction factor of Le Boeuf *et al.* (1983) (50% added to the total number of pups), and that of Bonnell and Ford (1987) (38% added to adult females) are applied to the censuses presented here, the total would be around 31,393 animals. The most recent censuses conducted by Zavala (1990), at the end of the 1980's, indicate that the sea-lion population is around 28,000 individuals.

According to the information presented here, pup production should be at least 23% of the total population. This is considered to be high, but one must remember that this will be reduced by 50% during the first year of life (Aurioles-Gamboa and Sinsel, 1988). Thus, the total number of pups being recruited to the second year class in the gulf may be about 2,646 individuals, or 11.3% of the population.

On the other hand, when subadult and adult males are combined and compared to the number of adult females (table 2), the sex ratio is about to 1:3.38. This female-biased sex ratio in adulthood is probably the result of differential mortality among sexes. This difference also occurs in other mammal populations that exhibit pronounced sexual dimorphism, and in which the reproductive strategies among sexes are very different (Aurioles-Gamboa, 1988).

English translation by the authors.

---

ajustes de corrección. Si se aplican ajustes como los siguientes: una adicción de 50% al número total de crías, por las que se pierden en el censo desde bote (Le Boeuf *et al.*, 1983), y de 38% al número total de hembras, por las que se encuentran en el mar (Bonnell y Ford, 1987), el total de la población para el golfo sería cercano a 31,393 animales. Los datos más recientes de Zavala (1990), para finales de la década de los

ochenta, arrojaron una estimación de 28,000 individuos para el golfo de California.

De acuerdo con el total de crías (tabla 1), el porcentaje de esta clase es de 23%, con respecto a la población total. Sin embargo, alrededor de la mitad de las crías no alcanzan el primer año de vida (Aurioles-Gamboa y Sinsel, 1988). De acuerdo con estas cifras, el número total de individuos pertenecientes al grupo de juveniles es alrededor de 2,646, es decir el 11.5% de la población.

La desproporción de machos entre 5 y 15 años con respecto a las hembras de las mismas clases de edad (1:3.38) está asociada a una mayor tasa de mortalidad en los machos, a partir de la madurez sexual. Esta diferencia es común en otras especies de mamíferos con marcado dimorfismo sexual y estrategia reproductora intra-sexual distinta (Aurioles-Gamboa, 1988).

## REFERENCIAS

- Alvarez-Borrego, S. (1983). Gulf of California. In: B.H. Ketchum (ed.), **Ecosystems of the World**, 26. Estuaries and enclosed seas. Elsevier Scientific Publishing, 427-449 pp.
- Antonelis, G.A., Fiscus, C.H. and De Long, R.L. (1984). Spring and summer prey of California sea lions, *Zalophus californianus*, at San Miguel Island, California 1978-1979. **Fishery Bull.**, 82: 67-76.
- Aurioles-Gamboa, D. (1982). Contribución al conocimiento de la conducta migratoria del lobo marino de California, *Zalophus californianus*. Tesis de licenciatura en biología marina, **Universidad Autónoma de Baja California Sur**, La Paz, B.C.S. México, 75 pp.
- Aurioles-Gamboa, D. (1988). Behavioral ecology of California sea lions in the Gulf of California. Ph.D. dissertation in Biology, **University of California**, Santa Cruz, CA, 175 pp.
- Aurioles-Gamboa, D. and Sinsel, F. (1988). Mortality of California sea lion pups at Los Islotes, Baja California Sur, Mexico. **J. Mammalogy**, 69:180-193.
- Aurioles-Gamboa, D., Sinsel, F., Alvarado, E. and Maravilla, O. (1983). Winter migration of subadult male California sea lions (*Zalophus californianus*) in the southern part of Baja California. **J. Mammalogy**, 64: 513-518.
- Aurioles-Gamboa, B.J., Le Boeuf, y Findley, L.T. (1993). Registros de pinnípedos poco comunes para el golfo de California. **Rev. Inv. Cient.**, Vol. 1. No. Especial, SOMEMMA, pp. 13-19.
- Bonnell, M., Le Boeuf, B.J., Pierson, M.O., Dettmann, D.H. and Farrens, G.D. (1978). Pinnipeds of the Southern California Bight. In: K.S. Norris, B.J. Le Boeuf, and G.L. Hunt Jr. (eds.), **Marine mammals and seabirds surveys of the Southern California Bight area, 1975-1978**. Government Printing Office, Wash., D.C., vol. III, part. 1, 535 pp.
- Bonnell, M. and Ford, R.G. (1987). California sea lion distribution: A statistical analysis of aerial transect data. **The Journal of Wildlife Management**, 51: 13-20.
- Bekoff, M. (1977). *Canis latrans* Say. **Mammalian Species**, 70: 1-9.
- Case, T.J. and Cody, M.L. (1983). **Island Biogeography in the Sea of Cortez**. University of California Press, 508 pp.
- Crawley, M.C and Wilson, G.J. (1976). The natural history and behavior of the New Zealand fur seal (*Arctocephalus forsteri*). **Tuatara**, 22: 1-29 pp.
- Daugherty, A.E. (1979). **Marine Mammals of California**. University of California, Sea Grant, Calif. Dept. Fish and Game, 61 pp.
- Felger, S.R. and Moser, M.B. (1985). **People of the desert and sea. Ethnobotany of the Seri Indians**. The University of Arizona Press, 435 pp.
- Fiscus, C.H. and Baines, G.A. (1966). Food and feeding behavior of Steller and California sea lions. **J. Mammalogy**, 47: 195-200.
- Gallo, J.P. and Solorzano, J.L. (1991). Two new sightings of California sea lions on the Southern coast of Mexico. **Marine Mammal Science**, 7(1):96.
- Gilbert, J.Y. and Allen, W.E. (1973). The phytoplankton of the Gulf of California obtained by the E.W. Scripps in 1939 and 1940. **J. Marine Research**, 5: 85-110.

- King, J.E. (1983). **Seals of the World**. Comstock Publishing Assoc. Cornell University Press, N.Y., 240 pp.
- Le Boeuf, B.J., Aurioles-Gamboa, D., Condit, R., Fox, C., Gisiner, R., Romero, R. and Sinsel, F. (1983). Size and distribution of the California sea lion (*Zalophus californianus*) population in Mexico. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, 43:77-85.
- Lluch, B.D. (1969). El lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus* Lesson 1828) (Allen 1880). Observaciones sobre su ecología y explotación. **Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables**, México D. F., 69 pp.
- Lluch, B.D., Magallón, F.J. and Swartzlose, R.A. (1986). Large fluctuations in the sardine fishery in the Gulf of California: Possible causes. **CALCOFI Rep.** XXVII, 18 pp.
- Mathews, C.P. (1985). Meristic studies of the Gulf of California species of *Merluccius*, with a description of a new species. **J. Natural History**, 19: 697-718.
- Mathews, C.P., Granados-Gallegos, J.L. and Arvizu, J. (1974). Results of the exploratory cruises of the *Alejandro de Humboldt* in the Gulf of California. **CALCOFI Rep.** XVII: 101-111.
- Odell, D.K. (1975). Breeding biology of the California sea lion *Zalophus californianus*. **Rapp. P. V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.**, 169: 374-378.
- Orr, R.T., Shonewald, J. and Kenyon, K.W. (1970). The California sea lion: Skull comparison of two populations. **Proc. Calif. Acad. Sci.**, 37: 381-394.
- Orta, D.F. (1988). Hábitos alimenticios y censos globales del lobo marino (*Zalophus californianus*) en el islote El Racito, bahía de Las Animas, Baja California, México, durante octubre 1986-1987. Tesis de licenciatura en oceanología, **Universidad Autónoma de Baja California**, Ensenada, Baja California, México, 59 pp.
- Peterson, R.S. and Bartholomew, G.A. (1967). **Natural History and Behavior of the California Sea Lion**. Special Publication No. 1. American Society of Mammalogists, 79 pp.
- Sánchez, R.V.H. (1987). Observaciones sobre el comportamiento reproductivo del lobo marino común, *Zalophus californianus* en la lobera del morro de Santo Domingo, Baja California, México. Tesis profesional, **Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México**, México D.F., 105 pp.
- Secretaría de Marina. (1981). Derrotero: Costa sobre el Océano Pacífico de México, América Central y Colombia. Caps. 4 y 5. Costa Este de Baja California e islas adyacentes. **Secretaría de Marina**, 79-166 pp.
- Walker, B.W. (1960). The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. **Systematics Zoology**, 9: 123-133.
- Zavala, G.A. (1990). La población del lobo marino común *Zalophus californianus californianus* (Lesson, 1828) en las islas del golfo de California, México. Tesis profesional, **Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México**, México, D.F., 253 pp.
- Zavala, G.A. (1993). Biología poblacional del lobo marino de California *Zalophus californianus californianus* (Lesson 1828), en la región de las grandes islas del golfo de California, México. Tesis de maestría, **Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México**, México, D.F., 79 pp.