

**ABUNDANCIA ESTACIONAL DE LA FOCA DE BAHIA
(*Phoca vitulina richardsi* Gray 1864),
EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA (B.C., MEXICO)**

**SEASONAL ABUNDANCES OF THE HARBOR SEAL
(*Phoca vitulina richardsi* Gray 1864),
AT PUNTA BANDA ESTUARY (B.C., MEXICO)**

Daniel H. Loya Salinas
Eduardo Palacios
Salvador González

Departamento de Ecología
Centro de Investigación Científica y
de Educación Superior de Ensenada (CICESE)
Apartado Postal 2732
Ensenada 22830, Baja California, México

Recibido en octubre de 1990; aceptado en enero de 1992

RESUMEN

Entre noviembre de 1988 y agosto de 1990 se realizaron 40 conteos de la agrupación de focas (*Phoca vitulina richardsi* Gray, 1864) que salen a descansar a un segmento de la ribera noreste del Estero de Punta Banda (Baja California, México), con el propósito de conocer la abundancia actual y su variación estacional. La abundancia promedio durante el período de estudio fue de 52 individuos, aunque se registró una variación estacional considerable. En la primavera ocurrió la mayor abundancia promedio ($\bar{x} = 69$; $n = 12$; intervalo = 31-110) y fue la mejor temporada para estimar la cantidad de focas que usan el estero. En verano se registró la menor abundancia ($\bar{x} = 28$; $n = 5$; intervalo = 2-72), mientras que en otoño el número de focas fue menor que en invierno y primavera ($\bar{x} = 31$; $n = 8$; intervalo = 18-48). Los conteos mayores de focas se registraron en el invierno, aunque su abundancia promedio fue menor que en primavera ($\bar{x} = 58$; $n = 15$; intervalo = 18-151), ya que la manada se incrementó por la presencia ocasional de crías y juveniles. No se encontró relación entre la abundancia de focas en la colonia y el nivel del mar. La variación estacional en el tamaño de la colonia se asoció con su período reproductivo a finales de invierno y con movimientos de la manada hacia otras zonas de agrupación cercanas.

Palabras claves: Foca de bahía, *Phoca vitulina richardsi*, conteos, variabilidad estacional, Estero de Punta Banda, Baja California.

ABSTRACT

In order to know the present abundance and seasonal variability of the seals (*Phoca vitulina richardsi* Gray, 1864) hauling at the inner northwest portion of Punta Banda Estuary (Baja California, Mexico), 40 counts were carried out between November 1988 and August 1990. The average abundance during the study period was 52 individuals, although a significant seasonal variability was noted. The largest mean abundance occurred in spring ($\bar{x} = 69$; $n = 12$; range = 31-110) and it was the best season to assess the number of seals that use the estuary. The lowest abundance was recorded in summer ($\bar{x} = 28$; $n = 5$; range = 2-72), while in autumn the number of seals was lower than in winter and spring ($\bar{x} = 31$; $n = 8$; range = 18-48). The maximum seal counts were noted in winter, although their average abundance was lower than in spring ($\bar{x} = 58$; $n = 15$; range = 18-151), since the herd increased by the occasional presence of

pups and juveniles. No relationship was found between the abundance of seals and the sea level. The seasonal variation in the size of the herd was associated with its breeding season which occurs late in winter and with herd movements to other near haul-out sites.

Key words: Harbor seal, *Phoca vitulina richardsi*, counts, seasonal variability, Punta Banda Estuary, Baja California.

INTRODUCCION

La foca común (*Phoca vitulina richardsi* Gray, 1864), también conocida como foca de bahía o manchada (Gallo y Rojas, 1985), tiene una distribución mundial mayor que cualquier otra especie del grupo de los pinípedos, desde el Océano Artico hasta Bahía Tortugas (27°41' N) en Baja California Sur (Gallo y Auriolos, 1984).

Las focas abandonan el agua para descansar, parir o alimentar a sus crías, y se congregan en las partes protegidas de las playas rocosas, arenosas y lodosas (Thompson, 1989). Sus patrones de descanso en la costa están determinados por varios factores que incluyen al clima, el nivel del mar, la intensidad del oleaje, la hora del día, estación del año y proximidad humana (Slater y Markowitz, 1983; Schneider y Payne, 1983).

Las focas son residentes en sus áreas de agrupación y sólo realizan movimientos locales relacionados con actividades de alimentación y reproducción (Bigg, 1981). El ciclo reproductivo de la foca común es anual y afecta estacionalmente al número de focas que descansan en la costa (Yochem *et al.*, 1987). La estación de nacimientos varía de acuerdo a la latitud, y generalmente se extiende de seis a ocho semanas, entre febrero y septiembre (Bigg, 1969, 1981).

La biología reproductiva y poblacional de la foca común ha sido bien estudiada en la costa oeste de Estados Unidos (Knutson, 1977; Brown y Mate, 1983; Slater y Markowitz, 1983; Stewart y Yochem, 1984; Roffe y Mate, 1984; Stewart, 1984; Yochem *et al.*, 1987); sin embargo en México, a excepción de los trabajos de Gallo y Auriolos (1984) y de Padilla-Villavicencio (1990), los estudios son escasos y falta información al respecto.

Stewart y Yochem (1984), en Isla San Nicolás (California, E.U.A.), encontraron que el número de focas se incrementó a fines de febrero cuando inició la reproducción y un máximo de crías al terminar ésta a fines de abril. El máximo de abundancia de focas

INTRODUCTION

The common seal (*Phoca vitulina richardsi* Gray, 1864), also known as harbor or spotted seal (Gallo and Rojas, 1985), has a world-wide distribution larger than any other species of the pinnipeds, from the Arctic Ocean to Bahía Tortugas (27°41' N) in Baja California Sur (Gallo and Auriolos, 1984).

The seals leave the water to rest, to bear or feed their pups, and haul-out on the sheltered sites of rocky, sandy or muddy beaches (Thompson, 1989). Their haul-out patterns on the coast are determined by several factors including weather, sea level, wave intensity, time of day, season, and human proximity (Slater and Markowitz, 1983; Schneider and Payne, 1983).

Seals are resident in their haul-out areas and make local movements associated with feeding and reproductive activities (Bigg, 1981). The common seal breeding cycle is annual and the number of seals that haul-out on the coast is affected seasonally (Yochem *et al.*, 1987). The pupping season varies with latitude, and it usually extends from six to eight weeks between February and September (Bigg, 1969, 1981).

The breeding and population biology of the common seal has been well-studied along the west coast of the United States (Knutson, 1977; Brown and Mate, 1983; Slater and Markowitz, 1983; Stewart and Yochem, 1984; Roffe and Mate, 1984; Stewart, 1984; Yochem *et al.*, 1987). However, in Mexico, except for the works of Gallo and Auriolos (1984) and Padilla-Villavicencio (1990), the studies are scarce and more information is needed.

Stewart and Yochem (1984), at San Nicolas Island (California, U.S.A.), found that the number of seals increased when breeding began at the end of February and a maximum of pups at the end of April when breeding was over. The maximum abundance of seals occurred at the end of May and then constantly decreased until December.

ocurrió a fines de mayo y después empezó a decrecer de manera constante hasta diciembre.

Gallo y Aurioles (1984) revisaron y recopilaron la información existente hasta dicho año sobre la distribución y estado poblacional de la foca común en la península de Baja California; según estos autores la población de foca común en la costa occidental de la península era superior a los 1,000 individuos y estaba en franco aumento. En la Isla San Martín (Baja California), Aguilar-Rodríguez (1989) observó en 1983-84 una distribución diferencial espacial y temporal de los grupos de edades y de sexos, y un disturbio humano frecuente ocasionado por los pescadores que las cazan para usar su carne como carnada.

Padilla-Villavicencio (1990) entre 1982 y 1985 estimó una población promedio de 65 animales en el Estero de Punta Banda, la cual cambió en 1985 su sitio habitual de agrupación de la punta de la barra al sitio que ocupan actualmente, a causa de la constante perturbación ocasionada por vehículos y turistas que transitan en ese lugar.

La sensibilidad de esta especie al disturbio humano (Boulva, 1971; Allen *et al.*, 1984; Padilla-Villavicencio, 1990) permite usarla como indicadora del impacto de las actividades turísticas dentro del estero. En base a lo anterior, los objetivos de este trabajo fueron: evaluar el tamaño actual de la colonia de focas en el estero, conocer su patrón de variación estacional y tratar de relacionar la cantidad de focas en el estero con el nivel del mar.

AREA DE ESTUDIO

El Estero de Punta Banda se localiza en la parte sureste de la Bahía de Todos Santos, entre los 31°40' y 31°48' latitud Norte y los 116°34' y 116°40' longitud Oeste, 15 km al sur del puerto de Ensenada, Baja California. Presenta una comunicación constante con la bahía a través de una boca en su parte noroeste y está separado de la misma por una barra arenosa de aproximadamente 7 km de longitud. El estero se caracteriza por un canal casi recto paralelo a la barra que vira hacia el sureste (con forma de L) en la parte más alejada de la boca (Fig. 1).

La anchura promedio del estero es de 800 m dependiendo del nivel del mar. La profundidad máxima de sus canales es 7 m con referencia al nivel de bajamar media inferior

Gallo and Aurioles (1984) reviewed and summarized the information available until that year on the distribution and population status of the common seal in the peninsula of Baja California. According to these authors, the common seal population on the west coast of the peninsula was higher than 1,000 individuals and increasing. At Isla San Martín (Baja California), Aguilar-Rodríguez (1989) observed in 1983-1984 a differential spatial and temporal distribution of the age groups and sexes, and frequent human disturbance caused by fishermen who hunt the seals to use their meat as bait.

Padilla-Villavicencio (1990) estimated an average population of 65 animals at Punta Banda Estuary between 1982 and 1985, and noted that the colony switched its traditional haul-out site from the tip of the sand bar to the site that it uses at present due to the constant perturbation of vehicles and tourists visiting the area.

The sensibility of this species to human disturbance (Boulva, 1971; Allen *et al.*, 1984; Padilla-Villavicencio, 1990) allows it to be used as indicator of the impact of tourism on the estuary. Based on the above, the objectives of this work were to assess the present size of the herd of seals at the estuary, to know their seasonal variation pattern and to relate the number of seals in the estuary with sea level.

STUDY AREA

Punta Banda Estuary is located in the southeastern part of Todos Santos Bay, between 31°40' and 31°48' North latitude and 116°34' and 116°40' West longitude, 15 km south of the port of Ensenada, Baja California. It presents a constant communication with the bay through the mouth located in its northwestern part and it is separated from the bay by a sandy bar about 7 km long. The estuary is characterized by a nearly straight channel parallel to the sand bar that turns southeast (L-shaped) in the part farthest from the mouth (Fig. 1).

The average width of the estuary is 800 m depending on sea level. The maximum depth of its channels is 7 m in relation to the mean lower low tide level (Gómez *et al.*, 1983, in Div. Ocean. CICESE, 1983). The water movements inside the estuary are mainly caused by tides and are faster at the mouth,

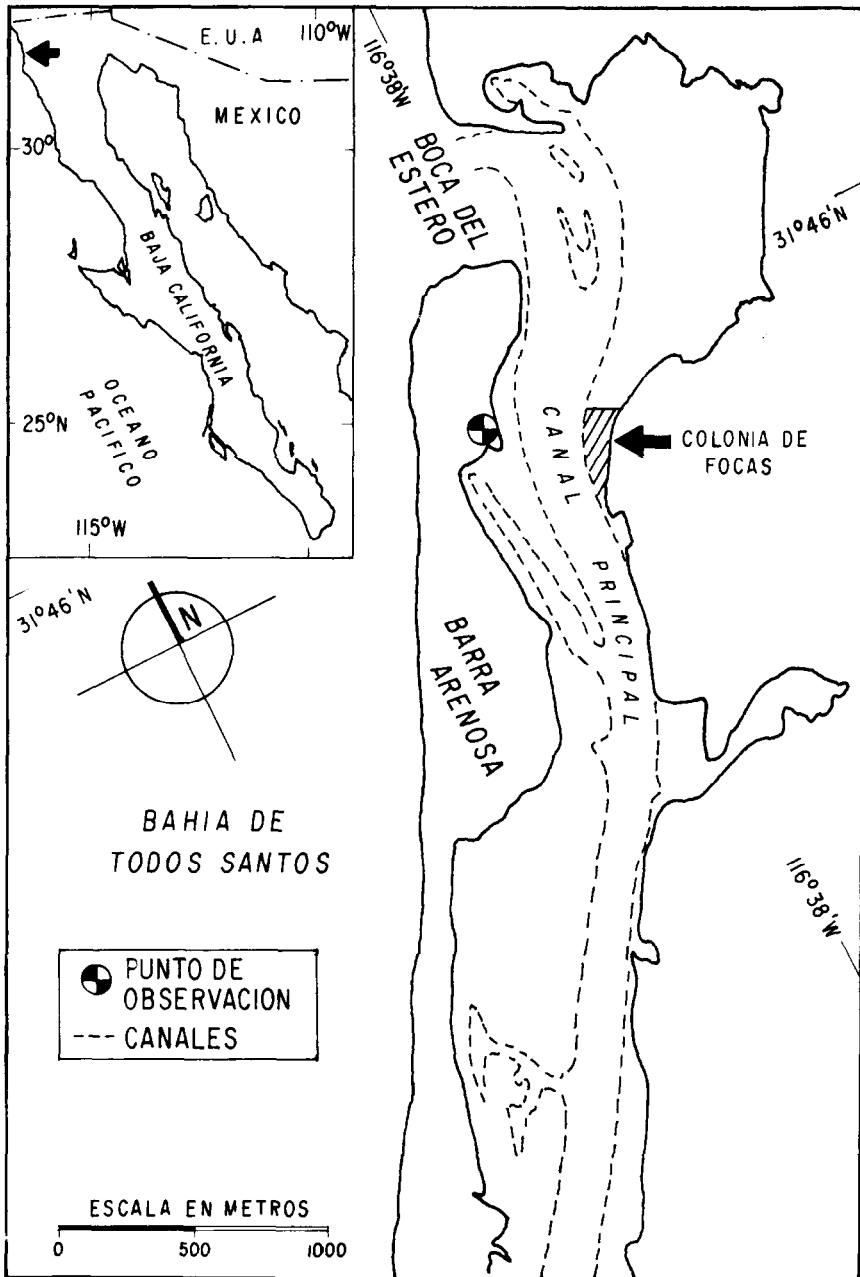


Figura 1. Sección norte del Estero de Punta Banda (B.C., México), con la indicación del lugar de la colonia de foca de bahía (*Phoca vitulina richardsi*). La flecha negra en el recuadro indica la localización geográfica del estero.

Figure 1. North section of Punta Banda Estuary (B.C., Mexico), indicating the site of the bay seal (*Phoca vitulina richardsi*) colony. The black arrow in the inner square indicates the geographic location of the estuary.

(Gómez *et al.*, 1983, citado en Div. Ocean. CICESE, 1983). Los movimientos del agua dentro del estero se deben principalmente a la marea y son más fuertes en la boca, cuya ubicación se considera un factor determinante para mantener el régimen de circulación dentro del estero, así como su estabilidad topográfica; además, las mareas son semidiurnas y altamente correlacionadas con las de la Bahía de Todos Santos (Pritchard *et al.*, 1978).

La colonia de focas ocupa un segmento de aproximadamente 100 m sobre la ribera noreste del estero en la playa del *Tony's Camp* (Fig. 1); al oriente se encuentra delimitada por vegetación de marisma baja (*Spartina foliosa*), hacia el sur y norte por dos canales de marea, y hacia el occidente por el canal principal. La playa en ese sitio es areno-limosa (Ames-Sigala, 1985), y es un habitat propicio para las focas por ser un lugar tranquilo y estar frente a un canal profundo que facilita su acceso rápido a la bahía.

MATERIALES Y METODOS

Entre noviembre de 1988 y agosto de 1990 se realizaron 40 conteos de la agrupación de focas que usa la ribera continental de la parte noreste del estero. Los conteos se realizaron desde casi la punta de la barra (Fig. 1), durante las salidas semanales de un proyecto de investigación destinado a evaluar si el extremo norte de la barra del estero aún conservaba su funcionalidad ecológica después de una modificación de un 70% de la superficie de la misma (Escofet *et al.*, 1990; Palacios *et al.*, 1991).

Cada uno de los conteos representó el promedio de cuatro conteos consecutivos desde el mismo lugar de observación, y se realizaron con un telescopio Bausch & Lomb tipo zoom de 60 mm y binoculares Warren de 8x a una distancia aproximada de 400 m. Cuando no se encontró la manada en el lugar acostumbrado, solamente se anotaron observaciones cualitativas referentes a la ribera.

Para describir con mayor claridad las tendencias temporales de los conteos, se optó por usar una técnica gráfica basada en el concepto de la regresión polinomial por mínimos cuadrados (Sokal y Rohlf, 1969). Esta técnica consiste en trazar una curva siguiendo las posiciones de los datos que considera los puntos medios entre datos consecutivos, lo cual mejora la gráfica pues se "suavizan" las

whose location is considered a determining factor to maintain the circulation regimen inside the estuary as well as its topographic stability. The tides are semidiurnal and highly correlated with those of Todos Santos Bay (Pritchard *et al.*, 1978).

The herd of seals occupies a segment of about 100 m on the estuary's northeast shoreline at the beach of *Tony's Camp* (Fig. 1). It is delimited by lower marsh vegetation (*Spartina foliosa*) to the east, by two tidal channels to the south and north, and by the main channel to the west. The beach at that site is silty-sandy (Ames-Sigala, 1985) and it is a suitable habitat for the seals because it is an isolated place and located in front of a deep channel that makes their quick access to the bay easier.

MATERIALS AND METHODS

Between November 1988 and August 1990, 40 counts of the herd of seals that uses the inner northwest portion of the estuary were made. The counts were carried out near the tip of the sand bar (Fig. 1), during weekly visits as part of a research project to evaluate whether the northern end of the sand bar was still maintaining its ecological functionality after a modification of 70% of the original area (Escofet *et al.*, 1990; Palacios *et al.*, 1991).

Each of the counts represented the average of four consecutive counts from the same observation point, and were made with a 60-mm Bausch & Lomb zoom-type telescope and 8x Warren binoculars from a distance of 400 m. When the herd was not found at the usual place, only qualitative notes about the shore were made.

To describe more clearly the temporal tendencies of the counts, a graphic technique was selected based on the least squares polynomial regression concept (Sokal and Rohlf, 1969). This technique consists in plotting a curve following the positions of the data that considers the mid-points between consecutive counts, which improves the plot because the tendencies of the rough data are "smoothed" and augment the clarity of the tendencies shown.

Previous studies (Slater and Markowitz, 1983; Schneider and Payne, 1983; Yochem *et al.*, 1987) have shown the importance of the season in the reproductive cycle of the seals,

tendencias de los datos crudos y aumenta la claridad de las tendencias observables.

Estudios anteriores (Slater y Markowitz, 1983; Schneider y Payne, 1983; Yochem *et al.*, 1987) han mostrado la importancia de la estación del año en el ciclo reproductivo de las focas, que además afecta sus patrones de descanso en la costa.

Se usó el análisis de varianza paramétrico para comparar las cuatro medias de los conteos agrupados por estación climática. Este método reparte la variabilidad total observada en los conteos de focas entre las fuentes de variación; si existe una gran variación entre las estaciones climáticas, comparada con la variabilidad dentro de cada estación, se concluye que las medias de las estaciones son diferentes. Para asegurar la aplicación correcta de este método se usó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para normalidad y la prueba de Bartlett para homogeneidad de varianzas (Sokal y Rohlf, 1969). Se usaron las cajas estadísticas (Zar, 1974) para representar estadígrafos descriptivos de cada estación climática.

La estimación del nivel del mar al momento de la observación se obtuvo en base a tablas de mareas, mediante interpolaciones lineales (Rohlf y Sokal, 1969). Antes de consultar las tablas se consideraron dos correcciones, una de -20 minutos por un efecto de fricción de la marea al pasar por la boca del estero (Ortiz-Figueroa, 1990) y otra por el cambio en la hora local respecto a los meridianos 105 y 120 (adelantar una hora el primer domingo de abril y retrasar una hora el último domingo de octubre). Por ejemplo: el 9 de febrero de 1990 la hora de observación fue 14:40 horas pero fue corregida con -20 minutos, mientras que el 5 de mayo de 1990 la hora de observación fue 12:35 horas y fue corregida con -80 minutos.

Se usó el coeficiente de correlación de Pearson (r) para establecer el grado de asociación entre la abundancia de focas y el nivel del mar estimado para cada conteo, y probar si la intensidad de asociación medida es mayor de lo esperado sólo por el azar (Sokal y Rohlf, 1969).

RESULTADOS

Los conteos de focas durante las 40 visitas al estero y el nivel del mar estimado para cada conteo se presentan en la Tabla 1.

which also affects their haul-out patterns on the shore.

The parametric analysis of variance was applied to compare the four averages of counts pooled by season. This method partitions the total variability observed in the seal counts between the sources of variation. If a large variation between seasons exists, compared to the within season variability, it is concluded that the seasonal averages are different. To ensure the right application of this method, the Kolmogorov-Smirnov goodness of fit test and Bartlett's variance homogeneity test were used (Sokal and Rohlf, 1969). Statistical boxes (Zar, 1974) were used to represent the descriptive statistics for each season.

Tidal tables were used to estimate the sea level at the time of observation, through linear interpolations (Rohlf and Sokal, 1969). Before using the tidal tables two corrections were considered, one of -20 minutes because of the tide's friction effect on passing through the estuary's mouth (Ortiz-Figueroa, 1990) and another to account for local time changes with reference to the 105 and 120 meridians or "Daylight Savings Time" (one hour forward the first Sunday in April and one hour back the last Sunday in October). For example: on 9 February, 1990, the observation time was 14:40 but it was corrected with -20 minutes, whereas on 5 May, 1990, the observation time was 12:35 and the correction was -80 minutes.

Pearson's correlation coefficient was used to establish the degree of association between the seal abundances and the sea level estimated for each count, and to test if the association intensity measured is higher than that expected by chance alone (Sokal and Rohlf, 1969).

RESULTS

The seal counts during the 40 visits to the estuary and the estimated sea level for each count are presented in Table 1. Since 75% of the counts were made between noon and mid-afternoon, the best time interval in which to count seal herds hauling on the shore (Stewart and Yochem, 1984; Thompson *et al.*, 1989), they were considered to be good estimators of the abundance of seals in the hauling area.

The abundances observed were pooled in three categories: less than 50, between 50 and 100, and more than 100 individuals.

Tabla 1. Conteos de foca de bahía (*Phoca vitulina richardsi*) dentro del Estero de Punta Banda (B.C.). Se incluye: la fecha (año-mes-día) y la estación climática (P, V, O, I); la hora del conteo (sin corrección); el nivel del mar (en metros); y el número total de individuos (# indiv.) (el número de crías se indica a la derecha y la suma de ambos es el total para esa visita).

Table 1. Bay seal (*Phoca vitulina richardsi*) counts at Punta Banda Estuary (B.C.), including the date (year-month-day) and season (P = spring, V = summer, O = autumn, I = winter); time (without correction); sea level (in meters) and the total number of individuals (# indiv.) (the number of pups is indicated on the right and the sum of both is the total for this visit).

Fecha	Hora	Nivel	# Indiv.
88-11-13 (O)	14:30	0.775	26
88-11-20 (O)	14:28	0.153	18
88-11-27 (O)	15:15	0.576	24
88-12-18 (O)	13:43	0.226	20
89-01-08 (I)	14:00	0.088	25
89-01-15 (I)	14:27	0.567	53
89-01-22 (I)	13:00	0.583	28
89-02-05 (I)	13:38	-0.195	35
89-02-12 (I)	14:40	0.714	18
89-02-26 (I)	12:25	0.784	48
89-03-12 (I)	11:15	0.586	109
89-04-09 (P)	12:46	0.848	65
89-04-25 (P)	8:28	0.049	96
89-09-23 (O)	12:20	0.872	30
89-11-11 (O)	15:20	-0.021	45
89-11-25 (O)	14:00	0.012	38
89-12-09 (O)	15:40	0.311	48
90-01-20 (I)	13:10	0.235	70
90-02-03 (I)	15:00	0.555	32
90-02-09 (I)	14:40	-0.278	82
90-02-17 (I)	13:35	0.485	51
90-02-17 (I)	14:35	0.546	35
90-02-24 (I)	13:40	-0.131	69 + 27
90-03-04 (I)	11:00	-0.003	98 + 53
90-03-10 (I)	13:28	0.018	35 + 5
90-03-17 (P)	13:47	0.637	33 + 9
90-03-21 (P)	10:30	0.128	31
90-03-23 (P)	14:55	0.095	56 + 15
90-03-30 (P)	12:48	0.842	78 + 10
90-04-07 (P)	13:35	0.009	58 + 7
90-04-14 (P)	9:00	0.284	58
90-04-14 (P)	9:20	0.314	64 + 10
90-04-21 (P)	15:00	0.159	44 + 4
90-05-05 (P)	12:35	0.244	110
90-05-12 (P)	16:40	0.641	85

Tabla 1 (Cont.)

Fecha	Hora	Nivel	# Indiv.
90-06-03 (V)	13:00	0.476	25
90-06-10 (V)	16:00	0.689	23
90-07-15 (V)	16:40	1.504	2
90-07-22 (V)	14:40	0.628	16
90-08-26 (V)	9:00	0.857	72

Puesto que el 75% de los conteos se realizaron entre mediodía y media tarde, el intervalo de tiempo mejor para contar las manadas de focas que descansan en la costa (Stewart y Yochem, 1984; Thompson *et al.*, 1989), se consideró que fueron buenos estimadores de la abundancia de focas en la colonia.

Globalmente, las abundancias observadas se agruparon en tres categorías: menores de 50, entre 50 y 100, y mayores que 100 individuos. De los 40 conteos, 23 conteos (57.5%) fueron menores que 50 individuos y ocurrieron durante todo el año; 14 conteos (35%) presentaron entre 50 y 100 individuos y ocurrieron entre enero y mayo de cada año; y solamente en tres de los 40 conteos (7.5%) las abundancias fueron mayores que 100 individuos, de los cuales dos fueron a principios de marzo de 1989 y 1990, y uno a principios de mayo de 1990 (Tabla 1). La abundancia promedio de focas durante 1989 fue de 49 individuos (intervalo: 18-109; $n = 13$) mientras que en 1990 aumentó a 59 individuos (intervalo: 2-151; $n = 23$). La diferencia entre la abundancia de 1989 y 1990 no fue significativa ($t_c = -1.002$, $P > 0.05$).

Los patrones de abundancia temporal de 1989 y 1990 (Fig. 2) mostraron la similitud entre estos ciclos anuales; sin embargo, se observó una gran variación estacional en ambos años, por lo cual los datos de abundancia se agruparon por estación climática (Fig. 3).

Las abundancias promedio y la variabilidad de los conteos fueron diferentes entre las estaciones del año. En otoño el promedio fue de 31 individuos y su variabilidad (18-48) fue menor que en las demás estaciones. En invierno el promedio aumentó a 58 individuos con la mayor variación (18-151) del año. Durante la primavera se observaron números

Twenty-three of the 40 counts (57.5%) were less than 50 individuals and occurred year-round; 14 counts (35%) presented between 50 and 100 individuals and occurred from January to May of each year; and in only three of the 40 counts (7.5%) the abundances were more than 100 individuals, two in early March of 1989 and 1990, and one in early May 1990 (Table 1). The average abundance of seals during 1989 was 49 individuals (range: 18-109; $n = 13$), increasing to 59 individuals (range: 2-151; $n = 23$) in 1990. The difference between the 1989 and 1990 abundances was not significant ($t_c = -1.002$, $P > 0.05$).

The 1989 and 1990 temporal abundance patterns (Fig. 2) showed the similarity between the annual cycles. However, a high seasonal variation was observed between years, therefore the abundance data were pooled by season (Fig. 3).

The mean abundances and variability of the counts were different between seasons. In autumn the average was 31 individuals and its variability (18-48) was less than the other seasons. In winter the average increased to 58 individuals with the highest variation (18-151) of the year. During spring the numbers were closer to those of winter, with an average of 69 but with less variation than winter (31-110). The smallest mean abundance of the year (28) occurred in summer, with a variation similar to that of spring (2-72) (Fig. 3).

Late in winter the recruitment of pups to the herd increased the abundances observed in nine of the 40 visits. For example: on 24 February 1990, 27 pups in a total of 96 individuals were seen, and on 4 March 1990, there were 53 pups in a total of 151, which proved to be the highest count of the study period. On subsequent dates (10, 17, 21, 23

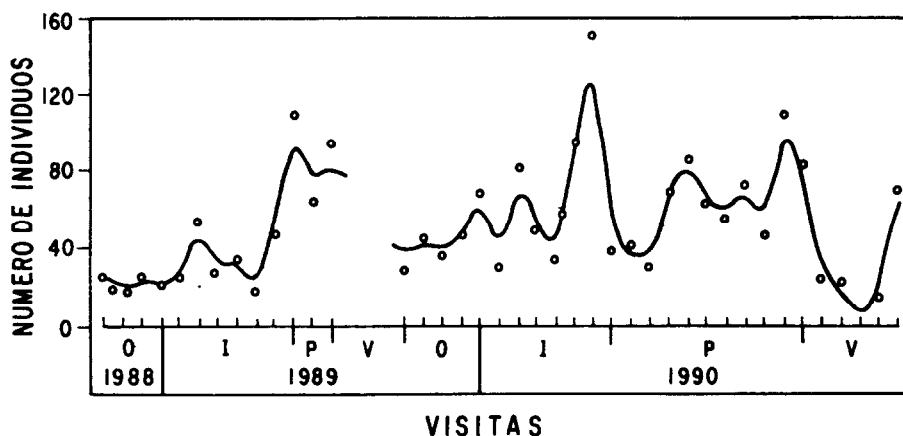


Figura 2. Diagrama de dispersión de los conteos de foca de bahía (*Phoca vitulina richardsi*) en el Estero de Punta Banda (B.C., México). La línea continua es un ajuste gráfico para apreciar tendencias temporales.

Figure 2. Scatter plot of the bay seal (*Phoca vitulina richardsi*) counts at Punta Banda Estuary (B.C., Mexico). The full line indicates a graphic fit to better appreciate temporal trends.

cercanos a los de invierno, con un promedio de 69 pero con menor variación que en invierno (31-110). En verano ocurrió la menor abundancia promedio del año (28), con una variación similar a la de primavera (2-72) (Fig. 3).

A finales de invierno la incorporación de crías a la manada aumentó las abundancias observadas en nueve de las 40 visitas. Por ejemplo: el 24 de febrero de 1990 se observaron 27 crías de un total de 96 individuos, y el 4 de marzo de 1990 había 53 crías en un total de 151, lo que resultó ser el conteo mayor del período de estudio. En fechas posteriores (10, 17, 21, 23 y 30 de marzo, y 7, 14 y 21 de abril de 1990) también se observaron crías, pero sus abundancias oscilaron entre 4 y 15 (Tabla 1).

La prueba de Kolmogorov-Smirnov indicó una distribución normal en los datos ($D_{\max} = 0.142$, $n = 40$, N.S. $P > 0.05$). La prueba de Bartlett mostró una heterogeneidad de varianzas ($\text{Chi}^2 = 9.691$, 3 g.l., $P < 0.05$). Al considerar lo anterior, se procedió a usar una modificación del análisis de varianza para considerar varianzas heterogéneas (Sokal y Rohlf, 1969), y se encontró una diferencia significativa entre las medias de los conteos de focas agrupados por estación climática ($F_s = 8.340$, 6 y 8 g.l., $P < 0.01$).

El coeficiente de correlación ($r = -0.317$, $n = 40$, N.S. $P < 0.05$) indicó una li-

and 30 March, and 7, 14 and 21 April, 1990) pups were also seen, but their abundances ranged between 4 and 15 (Table 1).

The Kolmogorov-Smirnov test indicated a normal distribution of data ($D_{\max} = 0.142$, $n = 40$, ns $P > 0.05$). The Bartlett test showed heterogeneity of variances ($\text{Chi}^2 = 9.691$, 3 df, $P < 0.05$). Considering the latter, a modification of the variance analysis was used which takes into account heterogeneous variances (Sokal and Rohlf, 1969), and a significant difference between the mean seal counts pooled by season was found ($F_s = 8.340$, 6 and 8 df, $P < 0.01$).

The correlation coefficient ($r = -0.317$, $n = 40$, ns $P < 0.05$) indicated a slight inversely proportional relationship between the seal counts and the sea level, but it was not statistically significant.

DISCUSSION

Our observations of pups during February and March 1990 (Table 1) confirm Padilla-Villavicencio's (1990) findings that Punta Banda Estuary is a reproductive area for seals. A large number of pups were recorded at the end of winter, which increased the total number of seals in the colony (Fig. 3). This suggests that the source of variation in the colony's annual cycle is related mainly to the biological behavior of this species

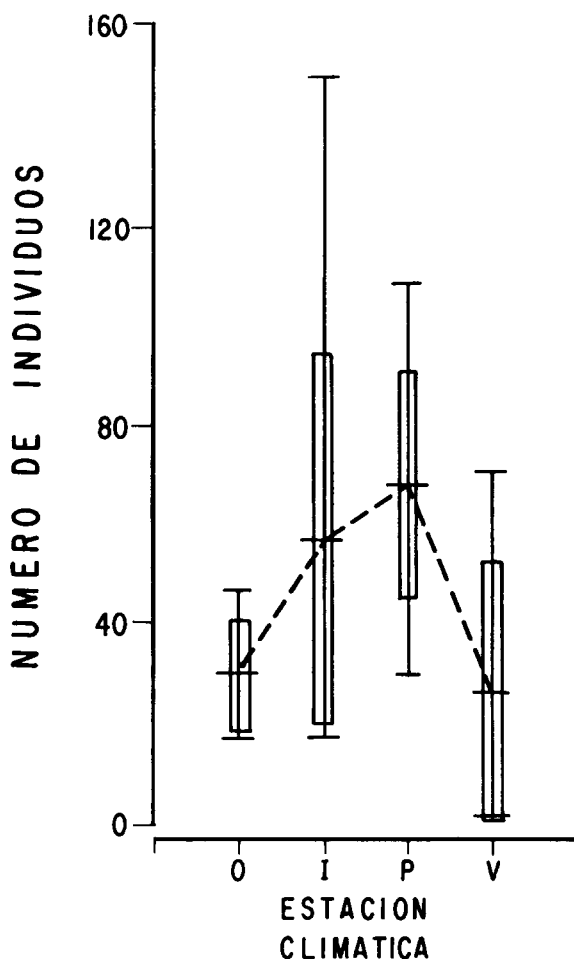


Figura 3. Variabilidad temporal en los conteos de foca de bahía (*Phoca vitulina richardsi*) en el Estero de Punta Banda (B.C., México) por estación del año, expresada con cajas estadísticas.

Figure 3. Temporal variation in the bay seal (*Phoca vitulina richardsi*) counts at Punta Banda Estuary (B.C., Mexico) pooled by season, expressed through statistical boxes.

gera relación inversamente proporcional entre los conteos de focas y el nivel del mar, pero ésta no fue estadísticamente significativa.

DISCUSION

Nuestras observaciones de crías durante febrero y marzo de 1990 (Tabla 1) confirman lo encontrado por Padilla-Villavicencio (1990), y muestran que el estero es un área reproductiva para las focas. A fines de invierno se registró un gran número de crías que aumentó el número total de focas en la colonia

regarding its breeding period. This was confirmed on registering a significant difference between seasons.

In summer the colony's site is more accessible than in winter, because of a lesser tidal amplitude. In contrast, during winter the tides flood the surrounding areas and impede access by land. It was observed that the people who walk along the shoreline close to the colony easily disturb its members. Boulva (1971) and Allen *et al.* (1984) found that after a disturbance the number of seals that return to the site of the colony is always less than

(Fig. 3). Esto sugiere que la fuente de variación en el ciclo anual de la colonia del estero se deba principalmente al comportamiento biológico de esta especie con relación a su período reproductivo. Lo anterior se comprobó al registrar una diferencia significativa entre las estaciones del año.

En verano el sitio de la colonia es más accesible que en invierno, ya que la amplitud de las mareas es menor. En contraste, durante invierno las mareas inundan los alrededores de la colonia e impiden el acceso por tierra. Se observó que la gente que camina con fines recreativos por la ribera del estero cerca de la colonia espanta fácilmente a sus miembros. Boulva (1971) y Allen *et al.* (1984) encontraron que después de un disturbio el número de focas que regresa al lugar de la colonia es siempre menor que el previo, y que cuando la fuente de disturbio se presenta a una distancia menor de 100 m se acentúa la tendencia de abandonar la colonia.

En este trabajo se incluyeron pocos datos representativos de la abundancia de focas en verano, debido a que las focas abandonan frecuentemente el área de la colonia. Durante el verano las condiciones climáticas en la Bahía de Todos Santos son más benignas que en el invierno, por lo cual es probable que las focas se muevan a las Islas Todos Santos y a los arrecifes rocosos frente a la península de Punta Banda en esa época del año.

Los reportes de pescadores del puerto de Ensenada que han visto grupos de focas trasladarse entre la bahía y las islas, incluso dentro de la rada portuaria, apoyan esa aseveración. Eso explicaría en parte la gran variabilidad de los promedios estacionales, principalmente el de invierno. En esta temporada las condiciones climáticas se vuelven más extremas en la bahía, por lo cual las focas acuden al estero a refugiarse.

Aunque el Estero de Punta Banda no se había considerado como una de las principales zonas de agrupación en la península de Baja California, en el último conteo (1982) se encontraron 65 individuos (Gallo y Auriolos, 1984). De acuerdo con esos mismos datos, la agrupación de focas del estero se puede considerar como una parte importante (30%) de la población total del área de la Bahía de Todos Santos y sus islas.

En las Islas Todos Santos, con playas expuestas de canto rodado, la relación entre la abundancia de focas que descansa en la costa

before, and when the source of disturbance occurs at a distance of less than 100 m the tendency to abandon the colony is stronger.

In this work we included few data representing the abundance of seals in summer because the seals frequently abandon the area of the colony. During summer the weather conditions at Todos Santos Bay are better than in winter, therefore it is probable that the seals move to the Todos Santos Islands and to the rocky reefs in front of the peninsula of Punta Banda in that season.

Fishermen from the port of Ensenada have sighted seal herds moving between the bay and the islands and even within the harbor. This would partially explain the large variability of the seasonal averages, mainly that of winter. In this season the weather conditions become critical in the bay and the seals move to the estuary for refuge.

Although Punta Banda Estuary has not been considered an important haul-out site along the peninsula of Baja California, in the last count (1982) 65 individuals were recorded (Gallo and Auriolos, 1984). According to that information, the estuary's seal colony may be considered an important segment (30%) of the total population of Todos Santos Bay and its islands.

At Todos Santos Islands, with exposed pebble beaches, the relationship between the abundance of seals hauling-out and sea level is inversely proportional because the area available for hauling out depends on the height of the tide (Padilla-Villavicencio, 1990). On exposed rocky shores (Schneider and Payne, 1983) the relationship is also inverse because the tidal energy affects the haul-out sites. At San Martín Island the relationship is direct because the seals congregate in a small lagoon on the southwestern part of the island which has a direct connection to the sea only during high tides (Padilla-Villavicencio, 1990). All this suggests that the interdependence between the abundance of seals and the sea level depends on the topography and degree of exposure of the shore.

At Punta Banda Estuary some changes in the herd's haul-out sites were observed related to the sea level. Nevertheless, the fact that a nonsignificant correlation was found between seal counts and sea level indicates that although the inner estuary shores are susceptible to flooding at high tide, the seals respond by switching their haul-out site within the estuary.

y el nivel del mar es inversamente proporcional debido a que el área disponible para descansar depende de la altura de la marea (Padilla-Villavicencio, 1990). También en costas rocosas expuestas (Schneider y Payne, 1983) la relación mencionada es inversa, debido a que la energía del oleaje afecta los sitios de descanso. En Isla San Martín dicha relación es directa debido a que las focas se congregan dentro de una pequeña laguna al sureste de la isla que tiene conexión directa al mar sólo en mareas altas (Padilla-Villavicencio, 1990). Todo eso sugiere que la interdependencia entre la abundancia de las focas y el nivel del mar depende de la topografía y grado de exposición de la costa.

En el Estero de Punta Banda se observaron algunos cambios en los sitios de descanso de la manada en relación con el nivel del mar; sin embargo, el no encontrar una correlación significativa entre los conteos de focas y el nivel del mar indica que aunque las riberas del estero son susceptibles a inundarse durante la marea alta, las focas responden cambiando su lugar de descanso dentro del estero.

RECOMENDACIONES

Considerar la temporada del año al comparar conteos pues la variabilidad intranual es significativa y puede producir un error en los resultados de las comparaciones. Además, realizar estudios con mayor intensidad de muestreo sobre la colonia para entender mejor la sincronía de su comportamiento respecto a los ciclos diurnos, mensuales y estacionales.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por su apoyo a través del proyecto PCECBNA-021264 "Evaluación ecológica del uso de la zona costera en Baja California" (otorgado a A. Escofet); a M. Ortiz Figueroa y J.I. González (CICESE) por las tablas de nivel del mar; a R. Escobar (IIO-UABC) y a A. Perinski por los comentarios sobre el comportamiento de la manada; a E. Mellink (CICESE), J.L. Aguilar Rodríguez (SEDUE), J. Rosales Casián, A. Escofet y un revisor anónimo por sus valiosas recomendaciones a este manuscrito; a J.M. Domínguez (CICESE) por realizar el trabajo gráfico.

RECOMMENDATIONS

The time of year should be taken into account when comparing counts since the within-year variability is significant and can produce an error in the results of the comparisons. Furthermore, studies should be carried out with more sampling intensity on the colony to better understand their synchronical behavior with regard to diurnal, monthly and seasonal cycles.

ACKNOWLEDGEMENTS

To the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) for their support to the project PCECBNA-021264 "Evaluación ecológica del uso de la zona costera en Baja California" (granted to A. Escofet); to M. Ortiz-Figueroa and J.I. González (CICESE) for the sea level tables; to R. Escobar (IIO-UABC) and A. Perinski for their comments on the herd's behavior; to E. Mellink (CICESE), J.L. Aguilar-Rodríguez (SEDUE), J. Rosales-Casián, A. Escofet and an anonymous referee for their valuable comments on the manuscript; to J.M. Domínguez (CICESE) for the figures.

English translation by the authors.

LITERATURA CITADA

- Aguilar Rodríguez, J.L. (1989). Fluctuación poblacional de foca común *Phoca vitulina richardi* en la Isla San Martín, Baja California. Abril 1983 a abril 1984. IX Reunión Internacional sobre los Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S., abril de 1989.
- Allen, S.G., Ainley, D.G., Page, G.W. and Ribic, C.A. (1984). The effect of disturbance on harbor seal haul-out patterns at Bolinas Lagoon, California. *Fishery Bull.*, 82(3): 493-500.
- Ames Sigala, L.F. (1985). Distribución de los ambientes sedimentarios en el Estero de Punta Banda, Baja California, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, México, 31 pp.

- Bigg, M.A. (1969). Clines in the pupping season of the harbour seals *Phoca vitulina*. J. Fish. Res. Bd. Canada, 26(2): 449-455.
- Bigg, M.A. (1981). Harbour seal *Phoca vitulina* Linnaeus, 1758, and *Phoca largha* Pallas, 1811. In: S.H. Ridgway and R.J. Harrison (eds.), Handbook of Marine Mammals, Vol. 2, Seals. Academic Press, New York, 359 pp.
- Brown, R.F. and Mate, B.R. (1983). Abundance, movements, and feeding habits of harbor seals, *Phoca vitulina*, at Netarts and Tillamook Bays, Oregon. Fishery Bull., 81(2): 291-301.
- Boulva, J. (1971). Observations on a colony of whelping harbour seals, *Phoca vitulina concolor*, on Sable Island, Nova Scotia. J. Fish. Res. Bd. Canada, 28: 755-759.
- División de Oceanología del CICESE (1983). Informe preliminar sobre el posible impacto ecológico que la empresa Bospacific S.A. de C.V. ocasionará al instalarse en el Estero de Punta Banda, B.C., México, 185 pp.
- Escofet, A., Palacios, E. y Loya Salinas, D.H. (1990). Tamaño y parchado de ambientes fragmentados, y su relación con el número de especies: un estudio de campo en Baja California, México. VIII Simposio Internacional de Biología Marina, 4-8 de junio de 1990, Ensenada, B.C., México.
- Gallo, J.P. y Auriolles, D. (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. UNAM, Ser. Zool., 55(2): 323-332.
- Gallo, J.P. y Rojas, L. (1985). Nombres científicos y comunes de los mamíferos marinos de México. An. Inst. Biol. UNAM, Ser. Zool., 56(3): 1043-1056.
- Knudtson, P.M. (1977). Observations on the breeding behavior of the harbor seal, in Humboldt, California. Calif. Fish and Game, 63(1): 66-70.
- Ortiz Figueroa, M. (1990). Aspectos físicos de los movimientos de las mareas dentro del Estero de Punta Banda, B.C. Reporte no publicado.
- Padilla Villavicencio, A.M. (1990). Aspectos biológicos de la foca común (*Phoca vitulina richardsi* Gray 1864) en la costa occidental de Baja California (Carnivora: Phocidae). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 88 pp.
- Palacios, E., Escofet, A. y Loya Salinas, D.H. (1991). El Estero de Punta Banda, B.C., México como eslabón del "Corredor del Pacífico": abundancia de aves playeras. Ciencias Marinas, 17(3): 109-131.
- Pritchard, D.W., de la Paz Vela, R., Cabrera Muro, H., Farreras Sanz, S. y Morales, E. (1978). Hidrología física del Estero de Punta Banda. I. Análisis de datos. Ciencias Marinas 5(2): 1-23. En: Ibarra-Obando, S.E. (1990). Lagunas Costeras de Baja California. Ciencia y Desarrollo, XVI(92): 39-49.
- Roffe, T.J. and Mate, B.R. (1984). Abundances and feeding habits of pinnipeds in the Rogue River, Oregon. J. Wildl. Manage., 48(4): 1262-1274.
- Rohlf, F.J. and Sokal, R.R. (1969). Statistical Tables. W.H. Freeman and Co., San Francisco, 253 pp.
- Schneider, D.C. and Payne, P.M. (1983). Factor affecting haul-out of harbor seals at a site in southeastern Massachusetts. J. Mamm., 64(3): 518-520.
- Slater, L.M. and Markowitz, H. (1983). Spring population trends in *Phoca vitulina richardi* in two central California coastal areas. Calif. Fish and Game, 69(4): 217-226.
- Sokal, R.R. and Rohlf, F.J. (1969). Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. W.H. Freeman and Co., San Francisco, 776 pp.
- Stewart, B.S. (1984). Diurnal hauling patterns of harbor seals at San Miguel Island, California. J. Wildl. Manage., 48(4): 1459-1461.
- Stewart, B.S. and Yochem, P.K. (1984). Seasonal abundance of pinnipeds at San Nicolas Island, California, 1980-1982. Bull. Southern California Acad. Sci., 83(3): 121-132.
- Thompson, P.M. (1989). Seasonal changes in the distribution and composition of common seal (*Phoca vitulina*) haul-out groups. J. Zool. London, 217: 281-294.

- Thompson, P.M., Fedak, M.A., McConnell, B.J. and Nicholas, K.S. (1989). Seasonal and sex-related variation in the activity patterns of common seals (*Phoca vitulina*). *J. Appl. Ecol.*, 26: 521-535.
- Yochem, P.K., Stewart, B.S., DeLong, R.L. and DeMaster, D.P. (1987). Diel haul-out patterns and site fidelity of harbor seals (*Phoca vitulina richardsi*) on San Miguel Island, California, in autumn. *Mar. Mammal Sci.*, 3(4): 323-332.
- Zar, J. (1974). *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc., New York, 620 pp.