



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS
MARINAS

**Demografía del lobo marino de
California (*Zalophus californianus*
LESSON, 1828) y su relación con
variables ambientales en el Golfo de
California, México.**

TESIS

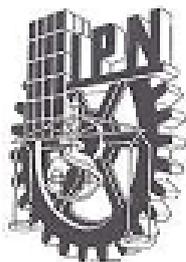
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS
MARINAS

PRESENTA

M. en C. Edgar Leonardo Pérez Lezama

LA PAZ, B. C. S., MÉXICO

JUNIO, 2010



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 25 del mes Mayo del año 2010, el (la) que suscribe MC. FRANCISCO EDUARDO HERNÁNDEZ SANDOVAL alumno(a) del Programa de DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS

con número de registro B051211 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:

DR. BERNARDO SHIRASAGO GERMÁN y DR. ERNESTO AARÓN CHÁVEZ ORTIZ

y cede los derechos del trabajo titulado:

"DEMOGRAFIA DEL LOBO MARINO DE CALIFORNIA (*Zalophus californianus* LESSON, 1828)

Y SU RELACIÓN CON VARIABLES AMBIENTALES EN EL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: bshirasago@ipn.mx echavez@ipn.mx eperezl@ipn.mx

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


MC. EDGAR LEONARDO PÉREZ LEZAMA

nombre y firma

Este trabajo está dedicado a mi familia

*A Doña Gloria Moreno y Don Jesús Astorga que en paz
descansen por permitirme tener un hogar durante mis estudios
doctorales.*

*A mi Sofía, por ese empuje que me dio cada día con su alegría y
su confianza en mí.*

*A Mónica Astorga Moreno, por no dejar que me diera por
vencido, por confiar en mí, por empujarme a ir adelante siempre,
Por aguantar mi desesperación en los peores momentos,
Por sus desvelos junto a mí en la realización de este trabajo,
Por su dedicación.*

*A mis padres por su apoyo, tanto moral como económico y por
confiar en mí.*

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. David Auriolles Gamboa del laboratorio de pinnípedos del CICIMAR-IPN por haber puesto a mi disposición las series de datos de abundancia de las poblaciones de lobo marino analizadas en este trabajo.

Al Instituto Politécnico Nacional (IPN), al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas y su director Dr. Rafael Cervantes Duarte (CICIMAR) que hicieron posible culminar mis estudios de doctorado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Instituto Politécnico Nacional a través del Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI) y Beca Tesis, por el apoyo económico brindado para la realización de mis estudios de doctorado.

Al Departamento de Oceanología y al Dr. Sergio Aguñiga por su paciencia y apoyo durante mis estudios doctorales.

Al M. en C. Luis M. Sánchez Avelar, al M. en C. Ricardo García Morales y al L.A.E. Cesar Macedo Rubio por toda la ayuda prestada durante la realización de este trabajo.

A Herlinda Moreno Armenta por su apoyo y comprensión en la culminación de mis estudios doctorales.

A Miguel Rivera, por su confianza y apoyo incondicional durante mis estudios doctorales.

Índice

Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
Características generales del Golfo de California	3
Biología del lobo marino de California	8
Sistema de reproducción	10
Alimentación	13
Población del lobo marino de California	15
Antecedentes	16
Área de Estudio.	21
Objetivo	27
Objetivos particulares	27
Metodología	28
Demografía	28
Mortalidad	30
Crecimiento	32
Peso-Longitud	33
Oceanografía	37
Análisis estadístico	39
RESULTADOS	42
Demografía	42
Mortalidad	42
Crecimiento	43
Oceanografía	77
Concentraciones máximas de Clorofila "a"	81
Concentraciones promedio de Clorofila "a"	87
Estadística	93
Discusión.	117
Conclusiones	147
Bibliografía	150

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación de las colonias reproductoras de lobo marino en el Golfo de California. 1. Rocas Consag; 2. Isla San Jorge; 3. Isla Lobos; 4. Isla Granito; 5. Los Cantiles; 6. Los Machos; 7. El Partido; 8. El Rasito; 9. San Esteban; 10. San Pedro Mártir; 11. San Pedro Nolasco; 12: Farallón de San Ignacio; 13. Los Islotes. 26

Figura 2. Curvas de sobrevivencia de la población de lobo marino de California en la colonia reproductiva Los Islotes, mostrando de manera independiente las tendencias de cada sexo.. 43

Figura 3. Curva que describe la tendencia del crecimiento individual en longitud del lobo marino de California para cada sexo en la colonia reproductiva Los Islotes. 44

Figura 4. Curva que describe la tendencia del crecimiento individual en peso del lobo marino de California para cada sexo en la colonia reproductiva Los Islotes..... 45

Figura 5. Tendencia de biomasa individual y de productividad del lobo marino de California por cada sexo, durante el transcurso de la vida en la colonia reproductiva Los Islotes..... 46

Figura 6. Gráficas de datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en Isla Granito, G. de C, México.	52
Figura 7. Gráficas de datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en la lobera Los Cantiles, G. de C., Mexico.	55
Figura 8. Datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en la lobera Los Machos, G. de C., México....	58
Figura 9. Datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en la lobera El Partido, G. de C., México.	60
Figura 10. Datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en la lobera El Rasito, G. de C., México.	63
Figura 11. Datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en la lobera San Esteban, G. de C., México.	66
Figura 12. Datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en la lobera San Pedro Mártir, G. de C., México.	68

Figura 13. Datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en la lobera San Pedro Nolasco, G. de C., México. 71

Figura 14. Datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en la lobera Los Islotes, G. de C., México.73

Figura 15. Gráfica de total de organismos censados por año en el Golfo de California desde 1979 hasta el 2004. 75

Figura 16. Gráfica de total de colonias reproductivas censadas por año en el Golfo de California desde 1979 hasta el 2004.75

Figura 17. Gráfica de máximos de abundancia por colonia en el Golfo de California registrados desde 1979 hasta el 2004... .. 76

Figura 18. Gráficas de variabilidad anual de índices climáticos del Pacífico Norte, promediados desde 1979 hasta el 2004..... 79

Figura 19. Gráfica de variabilidad anual de datos promediados de temperatura superficial del mar del área 3 del fenómeno de El Niño desde 1979 hasta 2004.....80

Figura 20. Gráfica de variabilidad en la concentración máxima de clorofila “a” en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, durante la estación de otoño, previo a cada muestreo	82
Figura 21. Gráfica de variabilidad en la concentración máxima de clorofila “a” en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, durante la estación de invierno, previo a cada muestreo.....	83
Figura 22. Gráfica de variabilidad en la concentración máxima de clorofila “a” en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, durante la estación de primavera, previo a cada muestreo.	84
Figura 23. Gráfica de variabilidad en la concentración máxima de clorofila “a” en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, durante la estación de verano, previo a cada muestreo.	85
Figura 24. Gráfica de variabilidad anual en la concentración máxima de clorofila “a”, en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, previo a cada muestreo.....	86

Figura 25. Gráfica de variabilidad en la concentración promedio de clorofila “a” en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, durante la estación de otoño, previo a cada muestreo.	88
Figura 26. Gráfica de variabilidad en la concentración promedio de clorofila “a” en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, durante la estación de invierno, previo a cada muestreo	89
Figura 27. Gráfica de variabilidad en la concentración promedio de clorofila “a” en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, durante la estación de primavera, previo a cada muestreo.	90
Figura 28. Gráfica de variabilidad en la concentración promedio de clorofila “a” en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, durante la estación de verano, previo a cada muestreo..	91
Figura 29. Gráfica de variabilidad anual en la concentración promedio de clorofila “a”, en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, previo a cada muestreo.	92

Figura 30. Gráfica de correlaciones entre el Total de machos de todas las loberas y los índices climáticos..	94
Figura 31. Gráfica de correlaciones entre el Total de Hembras de todas las loberas y los índices climáticos..	95
Figura 32. Gráfica de correlaciones entre Crías Macho de todas las loberas y los índices climáticos..	96
Figura 33. Gráfica de correlaciones entre Crías Hembra de todas las loberas y los índices climáticos.	97
Figura 34. Gráfica de correlaciones entre Juveniles Macho de todas las loberas y los índices climáticos.	98
Figura 35. Gráfica de correlaciones entre Juveniles Hembra de todas las loberas y los índices climáticos..	99
Figura 36. Gráfica de correlaciones entre Subadultos Macho de todas las loberas y los índices climáticos.	100
Figura 37. Gráfica de correlaciones entre Adultos Macho de todas las loberas y los índices climáticos.	101

Figura 38. Gráfica de correlaciones entre Adultos Hembra de todas las loberas y los índices climáticos. 102

Tabla 1. Tabla dinámica de atributos poblacionales del lobo marino de California en el Golfo de California.48

Tabla 2. Correlaciones entre la concentración máxima y promedio de clorofila “a” anual y de cada estación del año, y los residuales de cada una de las categorías de edad y sexo en El Partido. 104

Tabla 3. Correlaciones entre la concentración máxima y promedio de clorofila “a” anual y de cada estación del año, y los residuales de cada una de las categorías de edad y sexo de San Pedro Mártir..... 106

Tabla 4. Correlaciones entre la concentración máxima y promedio de clorofila “a” anual y de cada estación del año, y los residuales de cada una de las categorías de edad y sexo de Los Machos... 107

Tabla 5. Correlaciones entre la concentración máxima y promedio de clorofila “a” anual y de cada estación del año, y los residuales de cada una de las categorías de edad y sexo en Isla Granito... 109

Tabla 6. Correlaciones entre la concentración máxima y promedio de clorofila “a” anual y de cada estación del año, y los residuales de cada una de las categorías de edad y sexo en Los Cantiles..110

Tabla 7. Correlaciones entre la concentración máxima y promedio de clorofila “a” anual y de cada estación del año, y los residuales de cada una de las categorías de edad y sexo en El Rasito.....112

Tabla 8. Correlaciones entre la concentración máxima y promedio de clorofila “a” anual y de cada estación del año, y los residuales de cada una de las categorías de edad y sexo en San Esteban..113

Tabla 9. Correlaciones entre la concentración máxima y promedio de clorofila “a” anual y de cada estación del año, y los residuales de cada una de las categorías de edad y sexo en Los Islotes....114

Resumen

De las 34 especies de mamíferos marinos que habitan en el Golfo de California, el único pinnípedo que ahí se reproduce es el lobo marino de California *Zalophus californianus*, con 13 colonias reproductoras, una población total entre 24 y 31 mil individuos y una producción entre 7 y 9 mil crías por año. Se analizó la dinámica poblacional en 9 de estas colonias con base en censos anuales de la población e información sobre la estructura por edades de 1979 a 2004. Con datos de 5 cohortes de una colonia, que fueron seguidas a lo largo de su vida, se obtuvieron las tasas demográficas, estas se aplicaron a las colonias para reconstruir los grupos de edad y sexo. Con la serie de datos históricos se examinó su demografía y se detectó la posibilidad de desplazamientos locales entre colonias y diferencias en la mortalidad. Estas tasas demográficas diferenciales sugirieron la existencia de presiones ambientales distintas o de intensidad variable. Lo anterior pudo comprobarse mediante el análisis de los índices climáticos, que describen fenómenos de macroescala del Pacífico Norte, encontrando relación entre su variabilidad y las variaciones diferenciales en los estadios de edad y sexo del lobo marino. De manera más puntual se encontró una estrecha relación entre la variabilidad de concentración de clorofila “a” y el ciclo reproductivo de estos organismos y una influencia notable sobre las abundancias de cada estadio de edad y sexo en cada colonia.

Abstract

Amongst the 34 species of marine mammals that inhabit the Gulf of California, the only pinniped reproducing there is the California sea lion *Zalophus californianus*, with 13 breeding stocks, amounting between 24 and 31 thousand individuals producing between 7 and 9 thousand pups per year. The dynamics at 9 of these colonies was analyzed based on annual censuses and information of age structure from 1979 to 2004. Using data of 5 cohorts from a rookery that were followed throughout their life time, demographic rates were obtained and applied to the colonies, in order to reconstruct per age and sex groups. Data series allowed examining their demography and defined potential local movement patterns among colonies and differences in mortality rates. These differences in demographic rates suggest that environmental driving forces may be distinct, or acting with variable intensity. The aforementioned was confirmed with the Climatic Indexes analysis that described macroescalar phenomena of the North Pacific, founding the relationship between their variability and the differences at the age and sex groups of the sea lion. Of more detailed way was founded a strong relationship between the variability of the “a” chlorophyll concentration and the reproductive cycle of these organisms, and a notable influence over the abundances of each age and sex group at each colony.

Introducción

Características generales del Golfo de California

El Golfo de California es un mar marginal con altas tasas de evaporación lo que lo hacen ser la cuenca de evaporación mas importante del Océano Pacífico (Bray, 1988a). Esta zona es considerada de gran interés en aspectos oceanográficos y meteorológicos, dada su compleja similitud con otros mares de este tipo como el Mar Rojo y el Mar Adriático (Badan-Dangon *et al.*, 1991).

La importancia del Golfo de California dentro de los 24 mares marginales y los cinco grandes golfos del Océano Pacífico (Salazar-Sparks, 1999), esta dada primordialmente por su alta productividad biológica (Arias–Arechiga, 1998; Álvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991; Álvarez-Borrego, 2002; Lluch-Cota, 2004) y por la presencia de fenómenos oceanográficos y meteorológicos como surgencias estacionales a lo largo de ambas costas del golfo, remolinos ciclónicos y anticiclónicos, procesos intensos de mezcla generados por vientos y mareas, así como intrusiones de Agua Superficial Ecuatorial proveniente del Pacífico, fenómenos que regulan la distribución e intensidad de la producción de clorofila dentro del golfo, caracterizándolo como altamente productivo. (Álvarez-Borrego

et al., 1979; Lavin y Marinone, 2003; Marinone, 2003; Zamudio *et al.*, 2008).

El Pacífico ejerce forzamiento dinámico sobre el Golfo de California. Este es uno de los aspectos oceanográficos más importantes, pues integra y refleja el efecto de los balances globales de calor y sal, la circulación termohalina, la circulación barotrópica y el efecto del intercambio termodinámico y de *momentum* con la atmósfera (Emilson y Alatorre, 1997).

El Golfo de California tiene una variabilidad estacional e interanual de las condiciones oceanográficas y atmosféricas que influyen en la distribución, abundancia y disponibilidad de los recursos marinos (Santamaría-del-Ángel *et al.*, 1994). El patrón de vientos es estacional: los del noroeste son dominantes y fuertes en el invierno; en el verano, los del sureste son débiles con frecuentes calmas; producto de los cambios estacionales de los centros de alta y baja presión atmosférica en su vecindad y a la reorientación que sufren tales vientos por la presencia de cordilleras montañosas en ambos lados del golfo. Esta situación resulta en un complejo y dinámico cuerpo de agua marino con una alta productividad biológica en especial de la base de las redes tróficas (Zeitzschel, 1969; Lavaniegos-Espejo y Lara-Lara, 1990).

Este cuerpo de agua ofrece un ambiente paradójico para aquellos organismos que pueden invadir sus aguas y florecer. El Golfo posee uno de los ambientes mas extremosos de los mares del mundo, con un flujo estacional de temperatura superficial que se incrementa de 9°C en la boca hasta 22°C en la cabecera, siendo el intervalo de temperatura anual mas amplio de la región del Pacífico Oriental (Moser *et al.*, 1974). La variación estacional es mayor que la interanual incluso considerando la influencia de eventos de mayor escala temporal como el Fenómeno de El Niño y La Niña (Santamaría del Angel *et al.*, 1994). La salinidad en el Golfo es de 1 a 2 ‰ mayor que en aguas del Pacífico y se incrementa de 1 a 2 ‰ de la boca a la cabecera. Así mismo, es bien conocida la variación de hasta 10 m en el nivel de mareas en el alto Golfo, al igual que su pronunciado mínimo de oxígeno que va de 0.1-0.2 ml/l entre los 400-800 m de profundidad en el sur y centro del Golfo (Moser *et al.*, 1974).

La circulación de gran escala en la parte norte del golfo es dominada por giros estacionales, siendo ciclónicos en el verano y anticiclónicos en el invierno. Lo anterior ha sido encontrado por Lavín *et al.* (1997), mediante mediciones de boyas posicionadas por satélite, por Carrillo *et al.*, (2002) usando cálculos geostróficos y por mediciones de

correntómetros documentados por Palacios-Hernández *et al.* (2002). En la parte sur del golfo la circulación se detecta con aguas saliendo durante el invierno y entrando durante el verano con un flujo compensatorio a mayores profundidades (Beier, 1999).

La circulación característica del Golfo superior, consiste de un giro estacional reversible en la parte norte, ciclónico en verano y anticiclónico en invierno (Lepley *et al.*, 1975; Lavín *et al.*, 1997 y Lavín *et al.*, 1997a), las intensas corrientes de marea alrededor de las Islas Angel de la Guarda y Tiburón y su interacción con los umbrales de la zona, aseguran una continua mezcla vertical del agua y constante aporte de nutrientes a la zona fótica (Álvarez-Borrego *et al.*, 1978; Gaxiola-Castro *et al.*, 2002).

Estas condiciones han generado que el Golfo de California, particularmente el Golfo superior y central, se considere una región de gran complejidad ecológica, caracterizándose por presentar una alta diversidad de peces y gran abundancia de especies de importancia comercial (e.g. Cisneros-Mata *et al.*, 1997). Entre estas últimas resaltan especies de pelágicos menores como la sardina Monterey *Sardinops sagax*, la anchoveta del norte *Engraulis mordax* y la macarela *Scomber japonicus*, que mantienen importantes pesquerías desde finales de otoño hasta principios de primavera

(Cisneros-Mata *et al.*, 1997), y especies de pelágicos mayores como el barrilete negro *Euthynnus lineatus* y *Auxis* spp. desovan en el Golfo central durante los meses de verano (Mosser *et al.*, 1974).

Aunado a lo anterior, existe un alto grado de endemismo registrado en la región mas norteña del Golfo (17% del total de especies de peces según Moser *et al.*, 1974) y el registro de especies marinas que se encuentran bajo el estado de peligro de extinción o se encuentran disminuidas, cuyas poblaciones como es el caso de la totoaba *Totoaba macdonaldi* y la vaquita *Phocoena sinus* (Fisher *et al.*, 1995). En el Golfo de California la población del lobo marino se encuentra amparada desde 1963 porque las islas del Golfo de California han sido declaradas “zona de reserva y refugio de aves migratorias y fauna silvestre”. Desde el año 2000 esta zona se declaró “Área de Protección de Flora y Fauna, Islas del Golfo de California (SEMARNAP, 2000).

Biología del lobo marino de California.

El lobo marino de California es un pinnípedo (del latín *pinna*, aleta y *pedis*, pie) perteneciente a la Familia Otariidae del Orden Carnívora (Berta y Sumich, 1999).

Los lobos marinos de California se distribuyen a lo largo de las aguas templadas y subtropicales fuera de la costa occidental de América del Norte, desde el sur Canadá hasta México, incluyendo el Golfo de California (Lowry *et al.*, 1992).

En 1983 la población global del lobo marino de California fue estimada en 145,000 animales (Le Boeuf *et al.* 1983), y en 2002, entre 237,000 y 244,000 animales, representando un reciente crecimiento de 5.4% a 6.1% por año (Carretta *et al.*, 2003).

El lobo marino de California (*Zalophus californianus*) se ha explotado durante siglos en el Golfo de California (Zavala y Mellink, 2000), situación que aunque en menor escala, sigue ocurriendo de manera furtiva.

Adicionalmente a este escenario, se debe mencionar que algunas colonias de *Z. californianus* en el Centro del Golfo de California (Szteren *et al.*, 2006), han disminuido significativamente en los últimos 25 años, y aunque se han planteado algunas hipótesis (Aurioles y Garcia, 1999), no se tiene una explicación clara de este fenómeno. En la actualidad se desconoce hasta que punto el lobo marino se ha recuperado de la explotación del pasado, por lo tanto tampoco se conocen las consecuencias demográficas de esta explotación. Sin embargo, los lobos marinos de California son los pinnípedos más abundantes y de mayor distribución en México (Aurioles-Gamboa *et al.*, 1999).

Al igual que muchos otros pinnípedos, el lobo marino que habita en la costa del pacífico presenta un patrón migratorio estacional bien definido, el cual está regulado por su ciclo reproductivo anual y puede ser influenciado por los cambios en la distribución y abundancia de las presas (Ainley *et al.*, 1982; Riedman, 1990). Los patrones migratorios de las colonias del Golfo de California no han sido completamente descritos (Aurioles-Gamboa *et al.*, 1983; SEMARNAP, 2000).

Sistema de reproducción

El lobo marino, aunque puede pasar gran parte de su vida en el agua, requiere de la tierra para el nacimiento y alimentación de las crías (Bonner, 1984; Riedman, 1990). Para la reproducción, la especie utiliza playas y zonas rocosas ya que proveen de refugio a las crías, sobre todo en zonas donde la temperatura ambiental es muy alta y la radiación solar muy intensa (Aurioles-Gamboa y Zavala-González, 1994).

El lobo marino de California, es el único pinnípedo que se reproduce en ambos márgenes de la Península de Baja California. Las áreas reproductivas se ubican desde la Isla San Miguel (34° N) en la costa de California y Baja California hasta el Golfo de California (Mate, 1982). Los adultos y subadultos migran desde las colonias del sur de California hacia el norte de California, Oregon, Washington y Columbia Británica (Mate, 1975; Maldonado *et al.*, 1995). En el Golfo de California, habría una migración de subadultos desde la parte media norte hacia el sur invadiendo parte de la costa occidental de Baja California (Aurioles *et al.*, 1983).

Como todos los otáridos se trata de una especie poligínica, cuyo período reproductivo ocurre en verano (junio a agosto) (Aurioles, 1988). Los machos son territoriales durante el período reproductivo, cuando se asientan en rocas, o playas de arena o grava (Reijnders *et al.*, 1993). En su estrategia de reproducción presenta una razón sexual (M:H) alrededor de 1:10 a 1-14 (Aurioles-Gamboa y Zavala-González, 1994), con una conducta de defensa de los machos adultos sobre las áreas que conforman los territorios reproductivos y en un bajo grado de protección sobre las hembras que conforman estas áreas (Heath y Francis, 1983; Riedman, 1990). Asimismo, presentan un marcado dimorfismo sexual, donde los machos pesan entre 200 y 400 kg y miden de 2 a 2,5 m, mientras que las hembras pesan entre 70 y 110 kg y miden aproximadamente 1.5 m (Iwama *et al.*, 1997).

La estación reproductiva dura aproximadamente 10 semanas (García-Aguilar y Aurioles-Gamboa, 2003). Los machos establecen y defienden territorios y luego arriban las hembras, para dar a luz una cría por año (Peterson & Bartholomew, 1967; Heath, 1989). Los nacimientos se presentan desde fines de mayo hasta fines de junio y las cópulas ocurren entre 15 y 21 días después (de junio a julio). Después de 5 días del parto, las hembras comienzan sus viajes de alimentación, regresando cada 1.7 a 2 días aproximadamente para

amamantar a sus crías (Heath, 1989; García-Aguilar y Aurióles-Gamboa, 2003).

Las hembras paren su cría después de una gestación de 11 meses (García-Aguilar y Aurióles, 2003). A su estrategia de cuidado materno se le denomina “ciclo de alimentación” (Boness y Bowen, 1996). Al nacimiento la proporción sexual es 1:1 (Aurióles, 1988). La lactancia tiene una duración promedio de un año (Riedman, 1990), aunque en algunas ocasiones llega a extenderse hasta dos o tres (Newsome *et al.*, 2006).

Lo anterior se asocia a una elevada fidelidad al sitio de crianza por parte de las hembras adultas (filopatría), que se refiere a la tendencia a permanecer o regresar a un área determinada dentro de la localidad, natal o no natal (Gentry y Kooyman, 1986). Esta conducta explica en gran parte la restricción de la dimensión del área de alimentación con relación a la región donde se da la crianza (Sánchez-Arias, 1992; García-Rodríguez y Aurióles, 2004; Kuhn *et al.*, 2004), siendo la variación en la disponibilidad de alimento un factor importante sobre la condición corporal de las crías, ya que una hembra que pasa menos tiempo con su cría, la alimenta con menos frecuencia afectando negativamente su tasa de crecimiento (García-Aguilar y Aurióles, 2003).

Alimentación

Los registros obtenidos de los viajes de alimentación de las hembras en la lobera Los Islotes, son de 30 km en promedio alrededor de la colonia (Kuhn *et al.* 2004). Esta limitada zona de alimentación y el hecho de que los hábitos alimentarios entre colonias varíen entre si, sugiere un cierto grado de especialización en el aprovechamiento de los recursos locales (García-Rodríguez y Aurióles, 2004; Porras-Peters *et al.*, 2008).

El lobo marino de California se ha considerado como oportunista en su conducta alimentaria, debido a la gran cantidad de especies de las que se alimenta (Antonelis y Fiscus, 1980), sin embargo son pocas las especies dentro de su dieta que presentan un índice de importancia mayor al 5 %, además de que su alimentación varía estacionalmente, razón por la que recientemente se le ha catalogado como un especialista plástico (Lowry *et al.*, 1991; Reynolds y Rommel, 1999; García-Rodríguez y Aurióles, 2004).

El lobo marino de California se alimenta principalmente de peces y en menor proporción de cefalópodos y crustáceos (Fiscus y Baines, 1966; Antonelis y Fiscus, 1980; Antonelis *et al.*, 1984; García-

Rodríguez y Aurióles, 2004; Porras-Peters *et al.*, 2008). Los peces que conforman su dieta son tanto pelágicos como bentónicos; en los primeros, el lobo marino depreda principalmente a los que forman cardúmenes, como la sardina Monterey (*Sardinops caeuruleus*), la anchoveta norteña (*Engraulis mordax*), la macarela del Pacífico (*Scomber japonicus*) y la merluza norteña (*Merluccius productus*) (Fiscus y Baines, 1966; Antonelis y Fiscus, 1980; Antonelis *et al.*, 1984; Aurióles, 1988; Lowry *et al.*, 1991; García-Rodríguez y Aurióles, 2004).

Es importante señalar que los trabajos que determinan la dieta mediante el análisis de excretas, representan la alimentación de una población de lobos marinos que en su mayoría son hembras adultas, ya que esta es la categoría más abundante de la población (60-65%) y presentan una alta fidelidad al sitio de crianza (Hernández-Camacho *et al.*, 2008). Los juveniles también son representados notoriamente, ya que presentan números importantes dentro de la colonia y también una alta fidelidad a la región (Aurióles, 1988).

Los machos adultos se encuentran en un número pequeño en las colonias y su dieta corresponde en muy bajo grado a los recursos de esa región. Lo anterior se debe a que se alimentan más intensamente durante las migraciones que realizan hacia áreas separadas una vez

que termina el periodo reproductivo (Fry, 1939; Bartholomew y Boolootian, 1960; Bigg, 1973; Mate, 1975; Odell, 1975).

De acuerdo a lo anterior, el lobo marino de California es un depredador de alto nivel trófico y constituye una especie que cumple un papel importante en el mantenimiento de la estructura y dinámica del medio en que habita (Le Boeuf *et al.*, 1983). Es reconocido como una especie apropiada para registrar condiciones del ecosistema, siendo bio-indicador de características ambientales específicas (Aurioles-Gamboa *et al.*, 2000).

Población del lobo marino de California

En el Golfo de California se estimó que la población en 1988 fue de 25,354 animales (Aurioles 1988) y 31,393 animales en 1991 (Aurioles-Gamboa y Zavala-González 1994). Recientemente, Szteren y colaboradores en el 2006, mostraron evidencia de que el crecimiento de la población de lobo marino en el Golfo no es uniforme, ya que mientras algunas colonias parecen estar aumentando, otras muestran una disminución. Este fenómeno hace pensar que las variaciones ambientales de escala regional pueden tener un impacto diferencial en la demografía. Reportando que en la

costa occidental de Baja California y el Golfo de California, existen alrededor de 75,000 y 30,000 individuos respectivamente.

Schramm (2002) encontró que la población de lobos marinos en México, se estructuró genéticamente en 4 grupos bien definidos: 1) el grupo Pacífico (qué incluye las colonias de la Isla Coronado, Islas Benito, Isla de Cedros, Asunción y Santa Margarita). 2) El grupo del Golfo sur (Los Islotes), 3) El grupo del Golfo Central (qué comprende las colonias de San Esteban, Cantiles, Granito, e Isla Lobos), y 4) El grupo del Golfo Norteño (colonia de la Isla San Jorge). Comentó que la variabilidad genética era más alta en el Golfo Norteño, y más baja en el Pacífico, con un nivel intermedio de variabilidad en el Golfo Central. Basado en estos resultados, Schramm (2002) sugiere que estos cuatro grupos deben ser considerados como unidades evolutivas separadas para los fines de conservación que se pretendan implementar.

Antecedentes

García-Rodríguez (1999) realizó un análisis de la estructura trófica y consumo del lobo marino de California en la zona de las grandes islas

del Golfo de California. En este trabajo analizo también la abundancia de lobos y estima la biomasa consumida de junio de 1995 a mayo de 1996. Dentro de este trabajo concluyó que después de la temporada de reproducción existían colonias que disminuían su población y otras que aumentaban.

Lo anterior debido a la llegada de individuos a los lugares más productivos en alimentos, participando en estos movimientos: hembras adultas sin crías, machos adultos y subadultos, resaltando la posibilidad de que estos cambios y movimientos poblacionales sean dados por los cambios en la disponibilidad de dos presas en particular, la sardina Monterrey y la anchoveta bocona.

Hernández-Camacho (2001), y Hernández-Camacho *et al.*, (2008, 2008a) realizaron un trabajo sobre la tabla de vida del lobo marino de California en la lobera los islotes, considerando cinco generaciones marcadas de estos individuos desde 1980 hasta 1999, integrándolas como una sola para usarla como modelo para construir la tabla de vida, de la cual determinaron que la longevidad para los machos era de 16 años y para las hembras de 18 años.

En el trabajo anterior se concluye que la sobrevivencia de las hembras adultas depende de las enfermedades, depredación y accidentes, considerándolos como agentes de mortalidad. Los machos los considera más sensibles a fluctuaciones ambientales y demográficas, esto debido a su conducta migratoria, crecimiento diferencial y comportamiento reproductivo.

Szteren (2006) y Szteren *et al.*, (2006) realizaron un análisis de las tendencias poblacionales de las colonias del lobo marino de California dentro del Golfo de California determinando mediante regresiones lineales y probabilidad de extinción, asumiendo que no hay movimiento de animales entre colonias. Concluyen que San Jorge, Los Islotes y San Pedro Mártir serían colonias saludables. Las dos primeras presentan tendencias poblacionales crecientes y la última se encuentra fluctuando; además de que no parece existir relación entre las calificaciones de salud promedio de las colonias y la abundancia total o de crías, ni con la tasa de crecimiento poblacional.

Debido a que no existe una explicación concreta del comportamiento demográfico en las colonias del lobo marino dentro del Golfo de California y a que este es distinto en cada región del Golfo, se hace imprescindible entender cómo esta dinámica esta ligada a factores ambientales naturales. Lo anterior es consecuencia de que es

depredador tope residente en zonas costeras. Por su abundancia y características metabólicas, el lobo marino es también un excelente bioindicador del cambio y degradación ambiental (SEMARNAP, 2000; Aurióles-Gamboa et al., 2000). Por otra parte, un estudio que integre la variabilidad ambiental y la dinámica de población en el Golfo de California, podría ayudar a entender la estructura genética de estas poblaciones.

Las poblaciones naturales poseen características y atributos particulares, que a su vez pueden ser expresadas como funciones estadísticas que las definen como grupo, sin ser estas, características de los individuos que lo componen. Algunos de éstos son: la densidad, natalidad, mortalidad, edad, distribución, potencial biótico, dispersión y forma de desarrollo. Estas pueden a su vez ser consideradas en dos categorías, 1) las que se ocupan de las relaciones numéricas y la estructura; 2) las características genéticas generales. En las poblaciones naturales resulta difícil medir la totalidad de los atributos. Así pues, el desarrollo de nuevos métodos para medir la población de varios organismos importantes constituye una orientación muy útil de la investigación ecológica (Odum, 1972). Cualquier estudio poblacional requiere del análisis cuantitativo de los parámetros de la historia de vida antes mencionados (Lebreton *et al.*, 1992 y Stearns, 1992).

La necesidad de conocer las tasas específicas de mortalidad es de gran relevancia ya que sin éstas, no se puede estimar cuales son las edades más susceptibles, al igual que los valores reproductivos para cada clase de edad, esperanza de vida promedio al nacimiento, longevidad y porcentaje de la población que muere cada año (Caugley, 1966). Añadido a esta problemática tenemos que la estimación de mortalidad por edad para mamíferos de larga vida son debido a sus tiempos generacionales (Fryxel, 1986). El caso de los pinnípedos no es la excepción ya que en su mayoría, los estudios sobre sus tasas de mortalidad han sido estimados a partir de la estructura de edades de animales capturados o en su defecto de cadáveres.

El presente estudio determina los parámetros poblacionales con lo cuales reconstruye matemáticamente las poblaciones de las colonias reproductivas del Golfo de California, para contrastarlas con los datos de los registros obtenidos desde 1979 hasta el 2004 proporcionados por el Dr. David Aurióles Gamboa del CICIMAR-IPN y de esta manera poder determinar las fluctuaciones en las mismas, comparándolas con la variabilidad ambiental, para ver la relación entre ellas y entender de alguna manera que determina el comportamiento demográfico del lobo marino de California dentro del golfo.

Área de Estudio.

El Golfo de California se ubica en el noreste de México y se extiende desde el delta del Río Colorado hasta el Cabo San Lucas en el extremo sur de la península de Baja California, y cabo Corrientes, Jalisco en el continente.

El área presenta características templadas y tropicales. La zona templada se encuentra alrededor de las grandes islas (Tiburón y Ángel de la Guarda) en el área centro y norte del Golfo. El resto del Golfo se considera sub-tropical. Los fenómenos de surgencia son frecuentes, resultando en una elevada productividad de peces, aves y pinnípedos (Maldonado *et al.*, 1995). El Golfo está sometido a una variabilidad interanual de episodios oceanográficos y atmosféricos que influyen en la distribución, abundancia y disponibilidad de los recursos marinos (Casas-Valdez *et al.*, 1996).

Posee características oceanográficas particulares, caracterizado por corrientes de marea fuertes que crean mezclas de agua que llevan a elevados valores de productividad. La profundidad entre otras cambia abruptamente, creando una barrera para el flujo de agua sub-superficial entre el centro y el norte del Golfo (Maldonado *et al.*, 1995).

En la zona de las grandes islas se presenta una topografía particular y oceanográficamente única. Presenta aguas superficiales relativamente frías con respecto a su entorno, asociados con altos niveles de productividad (Paden *et al.* 1991; Santamaría-del-Ángel *et al.*, 1994; Soto-Mardones *et al.*, 1999). Estas características se deben a la fuerte mezcla por mareas inducida por la interacción de intensas corrientes de marea con los umbrales de San Esteban y San Lorenzo y con la propia batimetría irregular de la zona (Paden *et al.*, 1991; Badan-Dagon *et al.*, 1995).

La región central (desde el sur de Isla Tiburón hasta la altura de La Paz- Topolobampo) presenta varias subcuencas, baja amplitud de mareas e importantes surgencias estacionales (Maluf, 1983). Esta zona muestra importantes diferencias de temperatura entre invierno y verano, donde ocurren mínimos de salinidad superficial (Soto-Mardones *et al.*, 1999).

Por último el Golfo sur exhibe características más oceánicas y gran influencia del Pacífico (Maluf, 1983). La boca del Golfo presenta tres masas de agua superficiales: Agua de la Corriente de California, fría y de baja salinidad que fluye hacia el sur a lo largo de la costa de Baja California; Agua del Pacífico Tropical, cálida y de salinidad intermedia, que fluye del sureste hacia la boca del Golfo; y Agua del

Golfo de California, cálida y de mayor salinidad (Álvarez-Borrego *et al.*, 1978; Lavin y Marinone 2003), siendo típica la generación de frentes (Álvarez-Borrego, 1983). La circulación en esta parte del golfo está generada por los vientos, procesos termohalinos y el forzamiento dinámico que ejerce el Pacífico (Marinone, 2003).

La Corriente Costera Mexicana con velocidades de 0.3 cm/s a 0.15 cm/s en 2005 (Lavin, *et al.*, 2006), introdujo sus aguas hasta el Golfo de California. Al entrar esta corriente al golfo, una parte permanece adyacente a las costas continentales, otra forma meandros y el resto genera una circulación cerrada formando remolinos (Zamudio, 2008). Esta corriente transporta Agua Superficial Ecuatorial de baja densidad, alta temperatura, baja salinidad al interior del golfo, provocando una intensa y progresiva disminución en la concentración de clorofila “a” (Shirasago-German *et al.*, 2006).

Algunos de los fenómenos que rigen las condiciones ambientales son el Niño-Oscilación del Sur (ENSO) que es originado por cambios en la presión atmosférica, en los patrones de vientos, en la temperatura superficial del agua de mar y en las nubosidades en la zona tropical y que repercute en todo el Pacífico en periodos cíclicos de aproximadamente 4 años, con periodos entre fase y fase de 1 a 2 años (Chen, 1982); La Oscilación del Norte (ON), que es un

fenómeno paralelo, simultáneo y que es afectado por los mismos cambios a excepción de que este, presenta su centro de alta presión frente a las costas del Pacífico estadounidense, trayendo repercusiones directas sobre la Corriente de California y por ende en los hábitos migratorios de una gran cantidad de especies que dependen de la misma (Redmond y Koch, 1991).

Otro fenómeno climático del Pacífico Norte, es el llamado Oscilación Decadal del Pacífico (ODP), este fenómeno ha sido descrito como una fluctuación (variabilidad climática) de largo período en el Océano Pacífico, el cual afecta principalmente la cuenca del Pacífico y el clima de América del Norte (Trendberth y Hurrell, 1994).

La Oscilación Decadal del Pacífico (ODP) consta de una fase positiva (o cálida) y una fase negativa (o fría). Las alteraciones climáticas más importantes en el continente americano van a suceder cuando la ODP y ENOS estén en fase. Es decir, cuando las fases cálidas de la ODP coincidan con eventos El Niño fuertes o extraordinarios y las fases frías coincidan con eventos La Niña intensos (Reynolds *et al.*, 1996).

Desde el punto de vista oceanográfico y atmosférico, la ODP sería el marco de fondo para otras oscilaciones de menor período, tal como El Niño Oscilación Sur (ENOS). Una de las diferencias entre ambas oscilaciones es la escala temporal. Las fases de la ODP son del orden de 20 a 30 años. La otra diferencia es la escala espacial (las regiones que parecen influenciar desde el punto de vista climático). ENOS influye sustancialmente en el clima tropical, mientras la ODP afecta al Pacífico norte y al continente norteamericano (Trendberth y Hurrell, 1994).

Por lo tanto el Golfo de California es un área muy rica en recursos, y allí habitan 34 especies de mamíferos marinos, en el Golfo habita el 15% de la población de *Z. californianus* (Le Boeuf *et al.*, 1983), distribuida en 13 colonias. Allí nacen entre 7000 y 9000 cachorros por año (Auriolles y Zavala 1994) (Figura1).



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

Objetivo

Analizar la dinámica poblacional de las 13 colonias de lobo marino *Zalophus californianus* del Golfo de California y su relación con variaciones ambientales entre 1979 y 2004.

Objetivos particulares

- Establecer la estructura por estadios de sexo y edad de las colonias de lobo marino en el Golfo de California de 1979 a 2004.
- Describir las variaciones ambientales en el Golfo de California a escala regional mediante datos satelitales de concentración de Clorofila “a” y de los índices climáticos.
- Dilucidar el grado de acoplamiento entre las variaciones de población de lobo marino y la variabilidad ambiental oceanográfica

Metodología

Demografía

Para cubrir el primer objetivo se han elaborado dos programas electrónicos o rutinas dinámicas que generan los parámetros poblacionales y reconstruyen las poblaciones matemáticamente (pseudocohortes). Se analizaron series de datos de abundancia poblacional proporcionadas por el Dr. David Auriolles Gamboa del laboratorio de pinnípedos del CICIMAR- IPN. Estos datos provienen de censos de las 13 colonias reproductivas del lobo marino de California (*Z. californianus*), que existen en el Golfo de California obtenidos entre 1979 y 2004, Los censos fueron realizados durante la estación reproductiva (junio a julio) debido a que en dicho período la mayor parte de la población se halla en tierra. Los conteos se efectuaron desde un bote circulando alrededor de cada colonia a una distancia de unos 40 metros (Le Boeuf *et al.*, 1983, Auriolles-Gamboa y Zavala-González, 1994). En cada censo se contabilizaron cinco categorías: machos adultos de 9 años de edad en adelante, machos subadultos de 5 a 9 años, hembras adultas de 5 años de edad en adelante, juveniles de 1 a 5 años y crías de recién nacidas a un año de edad.

A estos valores posteriormente se aplicaron factores de corrección para el número de crías y hembras adultas obtenido empíricamente por los censos. Le Boeuf *et al.* (1983) encontró que el número de crías contadas en tierra era 50% mayor que los conteos realizados desde la embarcación, por lo que les aumentaron los propios conteos de crías en un 50%. Además se corrigieron el número de hembras debido a que algunas se encuentran alimentándose en el mar durante los censos. Bonnell y Ford (1987) sugirieron dos correcciones: 23% y 54%, la primera, para las primeras semanas de la época de cría y la segunda, para las últimas semanas. Como estas cifras fueron estimadas en California (EUA) y la época de nacimientos es diferente en el Golfo de California (García-Aguilar & Auriolos-Gamboa, 2003), utilizaron ambos valores para incorporar el rango completo de incertidumbre para este factor de corrección.

Con información histórica de animales marcados desde 1980 hasta 1984 en la lobera “Los Islotes”, La Paz, Baja California Sur México, se analizaron datos de cinco cohortes de una población, reportadas por Hernández-Camacho (2001) en las que describen su sobrevivencia a lo largo del tiempo. La base de datos fue analizada con la hoja de cálculo del programa Excel de Microsoft como plataforma, en el que la primer rutina fue desarrollada; con este, se estimaron las tasas de crecimiento, diez tasas de mortalidad

específicas correspondientes a cada categoría de edad y sexo, la relación-peso longitud, su biomasa total y su consumo total anual por sexo, bajo el supuesto antes mencionado de que la proporción sexual al nacer es de 1:1.

Se vincularon los vectores que contienen información relacionada con el número de sobrevivientes a través del tiempo, peso promedio por grupo de edad y número de crías producidas al año siguiente. Los datos empíricos de las cohortes observadas a lo largo de 20 años, permitieron determinar los parámetros que describen la dinámica demográfica y esto permitió incorporar las ecuaciones de uso común en los análisis cuantitativos de la dinámica de las poblaciones: la ecuación que describe el decaimiento exponencial del número de individuos en una población en función de la edad, la tasa de crecimiento en función del modelo de von Bertalanffy, la relación peso-longitud y la relación parentela –progenie.

Mortalidad

Para calcular la tasa de mortalidad se utilizo:

Decaimiento exponencial

$$N_t = N_0 e^{(-Zt)}$$

Donde,

N_t = Número de individuos con edad t

N_0 = Número inicial de individuos

e = Base de los logaritmos naturales

Z = Tasa instantánea de mortalidad total

t = Tiempo o edad en años

Esta fórmula permitió calcular la mortalidad y su inverso que es la sobrevivencia, para cada una de las 5 categorías de edad y sexo. Ya que en los machos registrados por Hernández-Camacho (2001) la sobrevivencia decae de manera abrupta después de los 15 años de edad, fue necesario ajustar los datos posteriores a esta edad con una función cuadrática, ya que el modelo exponencial sobrestima el número de sobrevivientes durante los cuatro últimos años de vida. Una vez estimada la tasa de mortalidad para cada una de estas categorías, este valor se vincula dentro de la rutina en la hoja de cálculo con la tasa de crecimiento individual, para determinar cuánto crece cada uno de los individuos por categoría de edad y sexo que, bajo el número inicial de crías deberían existir en ese momento en la colonia.

Crecimiento

Para el cálculo de la tasa de crecimiento individual se utilizó como base el modelo de von Bertalanffy que es:

$$l_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

Donde,

l_t = Longitud a la edad t

L_∞ = Longitud asintótica

K = Constante de crecimiento, proporcional a la tasa de catabolismo

t_0 = Edad teórica, equivalente a una longitud igual a cero

t = Edad en años

Después de haber obtenido la tasa de crecimiento para cada sexo durante su vida y haberla vinculado con el número de organismos por categoría de edad y sexo, que debiesen existir en la lobera basados en la tasa de mortalidad antes obtenida, se calculó la relación peso longitud con las marcadas diferencias en talla entre machos y hembras, características de un dimorfismo sexual distintivo de una especie poligínica.

Peso-Longitud

La ecuación utilizada para calcular la relación entre el peso de cada sexo con respecto al crecimiento mostrado durante toda su vida fue:

$$P = aL^b$$

Donde,

P = Peso (Kg) a la longitud L.

L = Longitud en un momento determinado, o a la edad t.

a = Coeficiente o factor de condición que describe el estado de gordura.

b = Coeficiente de alometría; en este caso se le asignó un valor igual a 3, considerando el crecimiento del lobo marino.

Una vez obtenidas las tendencias demográficas del lobo marino de California descritas por las ecuaciones aplicadas en cada caso, es decir, cada valor de los parámetros que describen las tasas de crecimiento en longitud y peso para cada sexo en función de su edad, fueron añadidos los de la mortalidad específica de la edad, la longevidad observada y la edad de madurez sexual (Tabla 1).

Lo anterior permitió relacionar el peso de cada individuo por edad y sexo con la estructura poblacional de la colonia, es decir con cada uno de los individuos de cada categoría de edad por cada sexo, que matemáticamente debieron existir en ese momento en la lobera. La suma del peso de cada uno de ellos por sexo permitió construir la curva o tendencia de biomasa y la diferencia en el incremento en peso por cada año de vida con respecto al año anterior permitió la construcción de la curva de productividad.

Para fines de uso y adaptación de la rutina a otras colonias, como resultado se generó una tabla que contiene los valores básicos obtenidos con la rutina para cada uno de los parámetros de la población, al agregar únicamente el número inicial de recién nacidos y dados los valores de los parámetros estimados de la población inicial, la rutina realiza el cálculo del total de individuos de cada categoría de edad y sexo mas probable en la colonia, el total de machos, de hembras, calculando así la biomasa total y su consumo total anual por sexo. Cuando se cuenta únicamente con un dato puntual en el tiempo sobre el número de crías, o bien del número total de individuos, esta rutina permite reconstruir la estructura de la población. El análisis de la población fue dividido en dos etapas, la primera, basada en la rutina antes mencionada, consiste en reconstruir la estructura por edades de la población con base en el

principio de una población virtual o pseudo-cohorte, según el cual, la estructura por edades de una población en un momento determinado es una representación adecuada y similar a la estructura de una cohorte a través del tiempo. De esta manera, se desarrolló la primera rutina que estima la tasa de crecimiento, así como el coeficiente de mortalidad para cada uno de los estadios, la relación peso-longitud y la biomasa total de la población y la tasa de incorporación de la biomasa o productividad de cada sexo en función de la edad. En este modelo, los valores de los parámetros fueron determinados asignando inicialmente valores semilla y a continuación se hicieron los ajustes mediante las funciones de búsqueda "Goal Seek" ya que utiliza un algoritmo lineal de búsqueda usando el valor inicial que da el usuario a la celda independiente o cambiante. Determina que la convergencia exitosa si la cantidad máxima de cambio entre iteraciones es menor que un límite predeterminado (0.001) indicándole que celda será la que se cambiará para alcanzar el valor objetivo y "Solver" que se utiliza para describir el problema de optimización a EXCEL es decir: Si desea hallar el máximo o el mínimo valor, Solver tratará de hallar un valor de la celda igual al valor del campo, con variables de decisión para el problema. Esto se realizó mediante el proceso de minimización de residuos entre los valores observados y los que describen para reconstruir la estructura por edades y sexos de la población, así como de proporcionar los dos últimos datos antes citados.

Para la reconstrucción de los grupos de edad a través del tiempo se desarrolló otra rutina que permite realizar la simulación dinámica en el que se aplican las ecuaciones que describen cada etapa de la población obtenidas con la rutina anterior y además permite estimar la relación entre el número de crías que nacen en un año determinado con respecto al número de adultos en el año anterior. Es decir, la segunda rutina integra los valores obtenidos sobre el número de individuos que debiesen existir para cada categoría de edad y sexo durante cada año, según lo obtenido en la primer rutina, relacionando a su vez el número de adultos del año anterior con respecto al número de crías censado para cada año; esto dio como consecuencia la posibilidad de simular la dinámica de cada lobera con proyecciones a 30 años.

Estas bases de datos fueron restadas a las bases de datos históricos, con los residuos obtenidos o datos residuales, fue posible identificar las tendencias ascendentes o valores positivos correspondientes a la presencia de mas individuos de los esperados matemáticamente y tendencias descendentes correspondientes a los valores negativos correspondientes a menos individuos de los esperados matemáticamente de cada colonia de lobo marino en el Golfo de California.

Oceanografía

Fue necesario analizar fenómenos oceanográficos y meteorológicos que ocurren en el Pacífico Norte, ya que estos provocan la ocurrencia de la fenomenología oceanográfica dentro del Golfo de California y dictan las condiciones ambientales prevalecientes en la zona de muestreo.

Por lo tanto para poder tener un panorama mas preciso temporalmente de las fluctuaciones ambientales y sus posibles consecuencias en el Golfo de California desde 1979 hasta el 2004 en los periodos previos a cada muestreo, se obtuvieron las bases de datos mensuales históricas de la National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/list/index.html>) de los índices ambientales siguientes:

PDOI = Índice de Oscilación Decadal del Pacífico (Anomalías de SST (20° N))

MEI = Índice multivariado del ENSO (Presión nivel del mar, vientos y temperatura superficiales, nubosidad)

BIVARENZO = Índice Bivariado de El Niño-Oscilación del Sur (Nivel del mar y temperatura)

NOI = Índice de la Oscilación del Norte (Variaciones de presión entre el centro de alta presión del Pacífico norte y Darwin en Australia).

PNAI = Índice Anomalías del Pacífico Norte (fluctuaciones entre la corriente de Asia y la del este o Corriente de California)

NINO3 = Datos de temperatura en el área 3.

De estos índices se extrajeron los datos correspondientes a los años de estudio y fueron promediados a partir del mes de Julio del año anterior a cada muestreo hasta el mes de Junio del año muestreado, ya que estos meses corresponden al término y al pleno del periodo reproductivo. Con esto se obtuvo la variación anual de los mismos entre cada periodo de muestreo.

Para la determinación de la distribución de pigmentos clorofilianos en la región, se utilizaron promedios estacionales de datos del sensor

SeaWifs para determinar que estación del año pudiese afectar de manera mas directa a cada uno de los estadios de edad y sexo de las loberas, estos tienen una resolución de 9 km, suministrados gratuitamente, vía Internet, por el JPL (Jet Propulsión Laboratory), de la NASA. Los archivos de estas imágenes se encuentran gravados en formato HDF (Hierarchical Data Format) requiriéndose de software especializado para poderlas usar. En este caso se utilizó el software Wim para promediar estas imágenes y obtener una imagen del promedio anual , partiendo de la del otoño anterior a cada muestreo y terminando con la correspondiente al verano, la cual concuerda con cada uno de los periodos muestreados con los lobos para poder determinar si las condiciones en todo el año también pueden afectar su demografía, posteriormente se seleccionaron las zonas de cada lobera y se tomaron las datos máximos de concentración que nos permitieron detectar fenómenos o estructuras que pudiesen haber acontecido durante cada estación del año y el promedio para visualizar en general las condiciones de concentración generales en cada estación, estos fueron tomados de 50 km en el área circundante a cada una colonia debido a que es el área alimentación observada en las hembras lactantes.

Análisis estadístico

Las bases de datos de residuales para cada uno de los estadios de edad por sexo en cada colonia reproductiva fueron estandarizadas (/ 100) para poderse comparar con los índices climáticos, ya que estos presentan sus fluctuaciones en decimales y (/ 10) para compararlos con los datos de El NIÑO. De esta manera se realizó un análisis de correlación de Pearson para poder inferir cual de estos índices tiene mayor influencia sobre cada uno de los 5 estadios de edad para cada sexo.

Las bases de datos de concentración de clorofila “a” de máximos y promedios estacionales así como anuales, fueron estandarizadas por el promedio de los promedios de cada estación de cada lobera para poder identificar anomalías negativas y positivas. Posteriormente fueron estandarizadas (x 100), para que las magnitudes fuesen comparables con los datos residuales de cada estadio de edad y sexo de cada colonia, ya que estos están dados en unidades y la concentración de clorofila esta dada en decimales. Lo anterior permitió realizar una correlación para dilucidar qué estación del año influye en cada estadio de edad por sexo, de cada lobera.

La ecuación para el coeficiente de correlación del momento del producto Pearson, r , es:

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$$

Donde "x" e "y" son las medias de muestra PROMEDIO (conocido_x) y PROMEDIO (conocido y).

Donde la r fue considerada significativa cuando esta se encontró:

$$r \geq 0.5 \text{ con una } p \leq 0.05.$$

RESULTADOS

Demografía

Mortalidad

La curva de sobrevivencia que es inversa a la mortalidad, descrita por los datos obtenidos de la lobera Los Islotes extraída de Hernández-Camacho en el 2001 y los obtenidos con la ecuación de decaimiento exponencial para cada sexo, indicó diferencias notables tanto entre los sexos como a lo largo de su vida. Así, al observar la curva de sobrevivencia, se percibe mayor mortalidad en ambos sexos durante los cinco primeros años de vida (Fig. 2). Las hembras presentaron mayor sobrevivencia al final de este período (mortalidad de casi el 12%), (machos de 37%). La supervivencia de las hembras se mantuvo a una tasa aproximadamente constante hasta los 5 años de edad. Entre los 5 y hasta los 11 años esta decreció de manera paulatina y posteriormente fue un poco más alta hasta los 15 años; a partir de este periodo la supervivencia decayó abruptamente hasta los 19 años en que ya no sobrevivió ningún individuo. En los machos, la mortalidad fue aproximadamente constante de los cuatro a los 17 años, cuando ningún individuo sobrevivió.

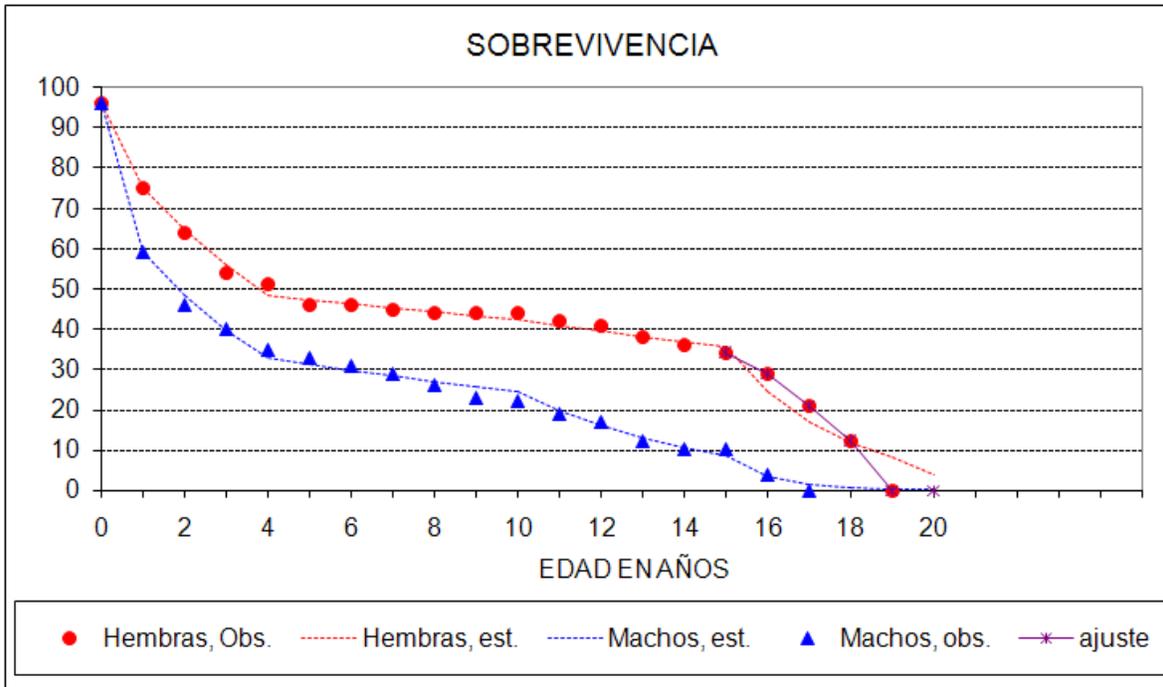


Figura 2. Curvas de sobrevivencia de la población de lobo marino de California en la colonia reproductiva Los Islotes, mostrando de manera independiente las tendencias de cada sexo.

Crecimiento

Los animales al nacer tienen una longitud cercana a los 60 cm, en donde los machos son ligeramente más grandes que las hembras. La curva de crecimiento mostró diferencias notables entre los sexos, dado que el coeficiente (K) es casi 50% más alto en las hembras, pero a pesar de ello, los machos superan casi en 70% la longitud de

las hembras a partir de los 10 años de edad y con frecuencia llegan a medir mas de 2.25 m, contra 1.5 m de las primeras (figura 3).

En las hembras el incremento en talla es muy alto en los cinco primeros años, partiendo de 60 cm hasta los 140 cm. aproximadamente, hasta llegar a la etapa de madurez sexual; no obstante, en los cinco años siguientes los animales siguen creciendo aunque de modo no tan evidente hasta alcanzar 160 cm de largo aproximadamente. En los machos el crecimiento mas acelerado y alcanzan 220 cm a los 8 años de edad; posteriormente su crecimiento es menos notable hasta los 16 años, cuando alcanzan cerca de 250 cm (figura 3).

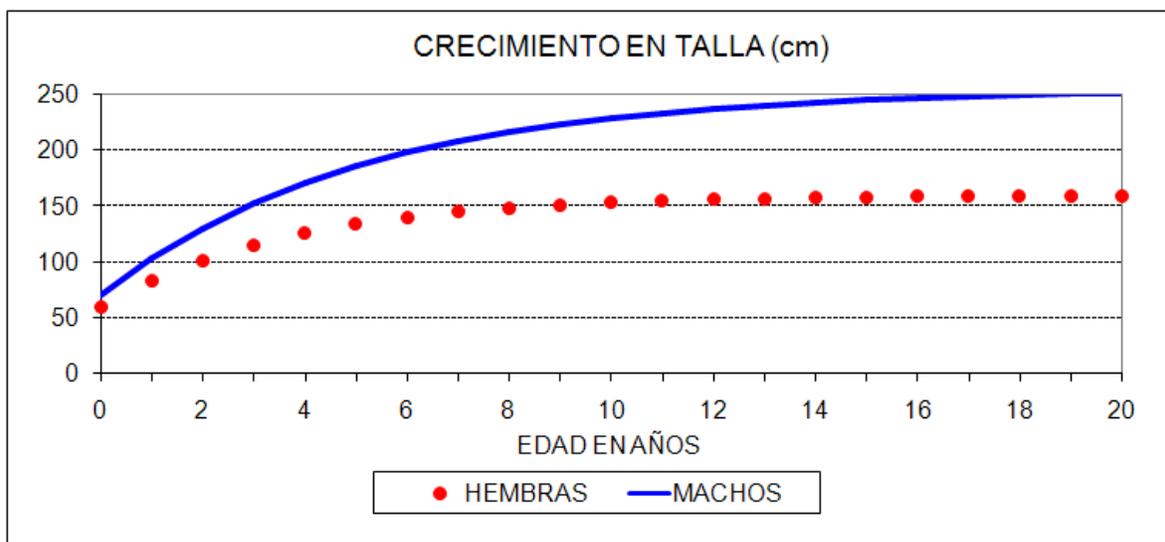


Figura 3. Curva que describe la tendencia del crecimiento individual en longitud del lobo marino de California para cada sexo en la colonia reproductiva Los Islotes.

El crecimiento en peso es más notorio que el crecimiento en talla, pues a partir de los 12 años, los machos pesan en promedio 360 Kg contra solamente 150 Kg que pesan las hembras (figura 4).

Respecto al incremento en peso, las hembras presentan un aumento acelerado durante los 10 primeros años, llegando a pesar hasta 130 kg. A partir de esta edad el incremento en peso es mucho mas lento y a partir de los 13 años de edad el peso se sitúa entre los 145 y 150 kg. Esta situación difiere de la de los machos, ya que estos alcanzan hasta 350 Kg a los 12 años de vida; a partir de esa edad el incremento es menor, aunque en algunos casos llegan a pesar hasta 450 Kg (Figura 4).

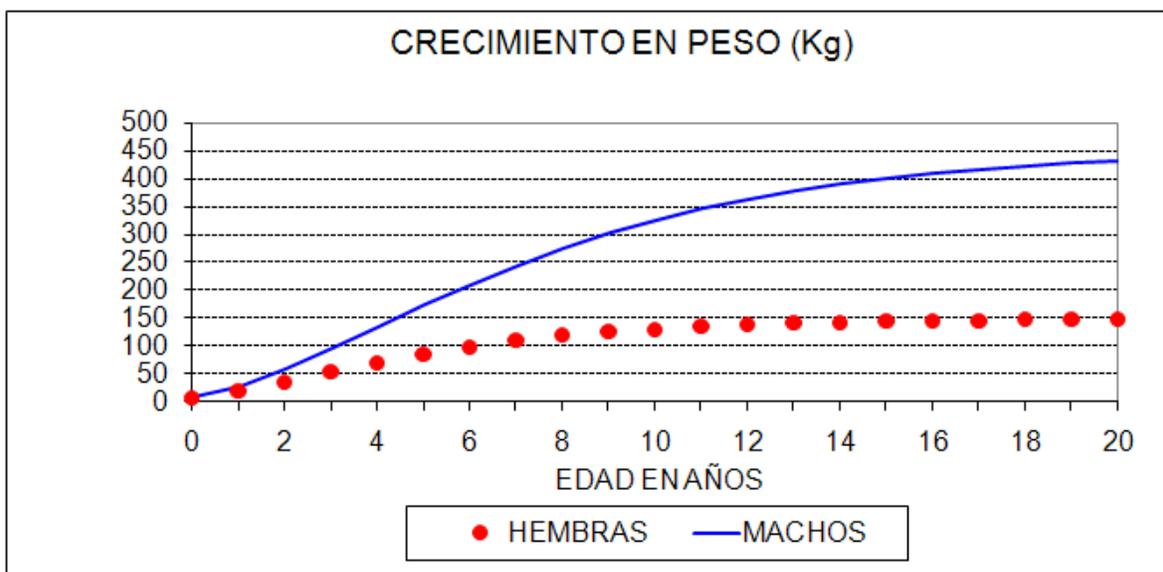


Figura 4. Curva que describe la tendencia del crecimiento individual en peso del lobo marino de California para cada sexo en la colonia reproductiva Los Islotes.

Las tendencias del crecimiento antes descritas se ven reflejadas en los datos de biomasa y productividad o asimilación de la biomasa en función de la edad, tanto en hembras como en machos, donde se observa que la máxima productividad de los machos se alcanza entre los 4 y 5 años de edad, siendo esta de 39 Kg aproximadamente; su máximo incremento de biomasa ocurre al acercarse a los 10 años, sobrepasando los 8000 Kg. Las hembras alcanzan su máxima productividad entre los 2 y los 3 años de edad con 17 Kg aproximadamente; sin embargo, el período de mayor incremento en biomasa es mucho más largo y ocurre entre los 9 y los 14 años de edad, durante el cual oscila entre los 5000 y los 5500 Kg (figura 5).

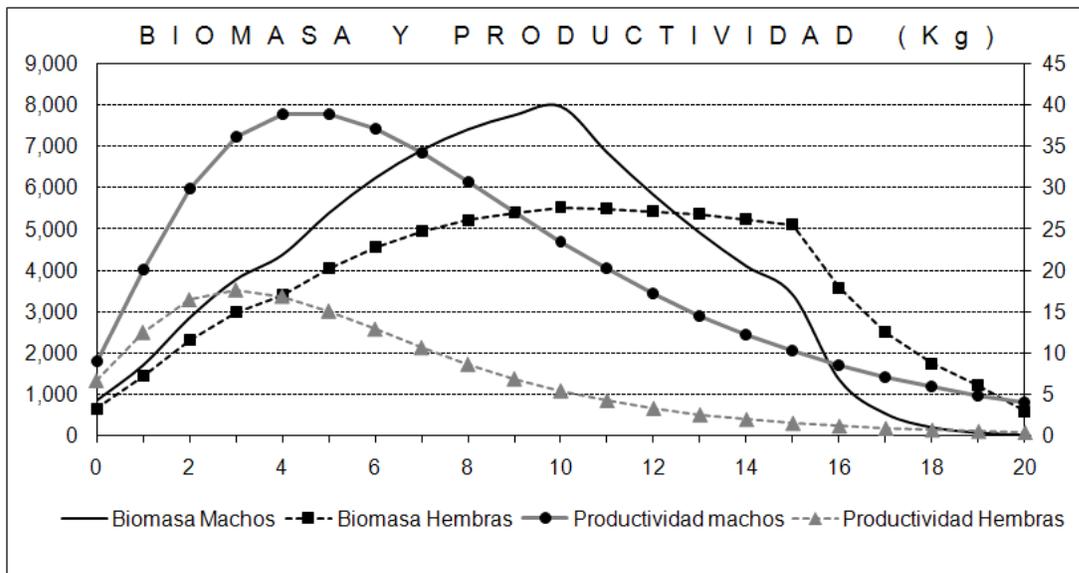


Figura 5. Tendencia de biomasa individual y de productividad del lobo marino de California por cada sexo, durante el transcurso de la vida en la colonia reproductiva Los Islotes.

Para poder usarse en cualquier colonia reproductiva del Golfo de California, se genero una tabla dinámica, que bajo el supuesto de que todas las poblaciones tienen las mismas características demográficas, reconstruye la estructura poblacional de la lobera, a partir del número de crías macho o en su defecto el numero total de lobos marinos cuantificados en la misma (Tabla 1).

Tabla 1. Tabla dinámica de atributos poblacionales del lobo marino de California en el Golfo de California.

	MACHOS	HEMBRAS	
Número Inicial =	96	96	
(0 -1) Crías =	0.49	0.25	
(1-5) Juv =	0.20	0.15	
(5-9) Subad =	0.0483	0.021	H Adultas
(9-17) M Ad =	0.2105	0.04	H Adultas
(17-20) Seniles =	0.9365	0.36	
K =	0.197	0.272	
L (cm) =	255	160	
a =	0.000024	0.000016	
b =	3.02	3.16	
W (Kg) =	450	149	
t_o =	-1.6281	-1.7296	
Longevidad Obs=	17	19	
Biomasa =	159,460	76,668	Kg
Consumo anual =	5,820,303	2,798,390	Kg
Edad de madurez=	9	5	
Total est=	516	866	
Proporciones =	0.37	0.63	
Total Lobos =	1,382		

En donde se tiene como primer dato el número inicial de crías, que para este caso en particular se utilizó un número de crías extraído de los registros de Hernández-Camacho (2001), del segundo al sexto tasa de mortalidad a la categoría de edad, “K” es la constante de

crecimiento, “L” es la longitud máxima, “a” es el factor de condición, “b” es el coeficiente de alometría, “W” peso máximo y “t₀” es la edad teórica, equivalente a una longitud igual a cero.

De la tabla anterior se obtuvieron los datos necesarios para la segunda rutina, para poder establecer la dinámica de las poblaciones a través del tiempo. Con los resultados de esta última rutina restados a los datos de las bases de datos históricas de los registros *in situ*, se graficaron los datos residuales resultantes, llevando a cabo una comparación de las fluctuaciones de cada año en cada colonia, infiriendo así los posibles patrones de desplazamiento local entre estas. Con este programa también se reconstruyeron los datos faltantes basándose en los generados.

Con la rutina de simulación de poblaciones naturales se logró conocer el comportamiento demográfico de 9 de las 13 colonias de lobo marino en el Golfo de California ya que en cuatro de estas no existieron suficientes registros para ser comparados. Con estos se pudo observar que: la población de estas colonias, ha sufrido fluctuaciones tanto en el número de hembras como en el número de machos, así como en cada uno de los grupos de edad, pero éstas pueden haber sido tanto desplazamientos locales entre colonias o en su defecto mortandades y nacimientos.

Las 9 colonias reproductivas analizadas son: Isla Granito, Los Cantiles, Los Machos, El Partido, El Rasito, San Esteban, San Pedro Mártir, San Pedro Nolasco y Los Islotes

En la colonia reproductiva de Isla Granito, se pudo observar en el panorama general que nos da el total de machos que, aunque presenta valores negativos desde 1979 hasta 1985, estos llevan una tendencia positiva; desde esta fecha y hasta 1989 decae con ligeros repuntes pero por lo general con tendencias negativas, esto no ocurre tanto con el total de hembras, las cuales presentan tendencias positivas mas prolongadas y mas agudas, sin embargo la apariencia de la colonia muestra una deficiencia de hembras con respecto a los machos, lo cual podría estarnos indicando que esta colonia es más susceptible a los cambios ambientales, ya que las hembras suelen ser las de mayor permanencia en las colonias reproductivas o mejor dicho las que presentan una filopatria mas arraigada (figura 6).

Al analizar los adultos machos y hembras de esta lobera, los machos presentaron datos negativos la mayor parte del tiempo, estos no variaron mas allá de 100 individuos entre cresta y valle de los años más extremos, las hembras por el contrario presentaron datos

positivos la mayor parte del tiempo, pero con variaciones entre cresta y valle de hasta 300 individuos.

Lo anterior se ve reflejado en las crías tanto hembras como machos, ya que en ambos casos, se obtuvieron datos negativos o en el mejor caso, como fue el de las crías hembra se obtuvieron los esperados, posiblemente por falta de partos de las hembras por no haber sido preñadas el año anterior, aun con el arribo de hembras nulíparas en los años de mayor abundancia de hembras, o por la mortalidad. (figura 6).

Los juveniles y subadultos macho, prácticamente todo el tiempo fueran menores a los esperados y el número de juveniles hembra en la colonia fue el esperado o mayor durante mucho tiempo (figura 6).

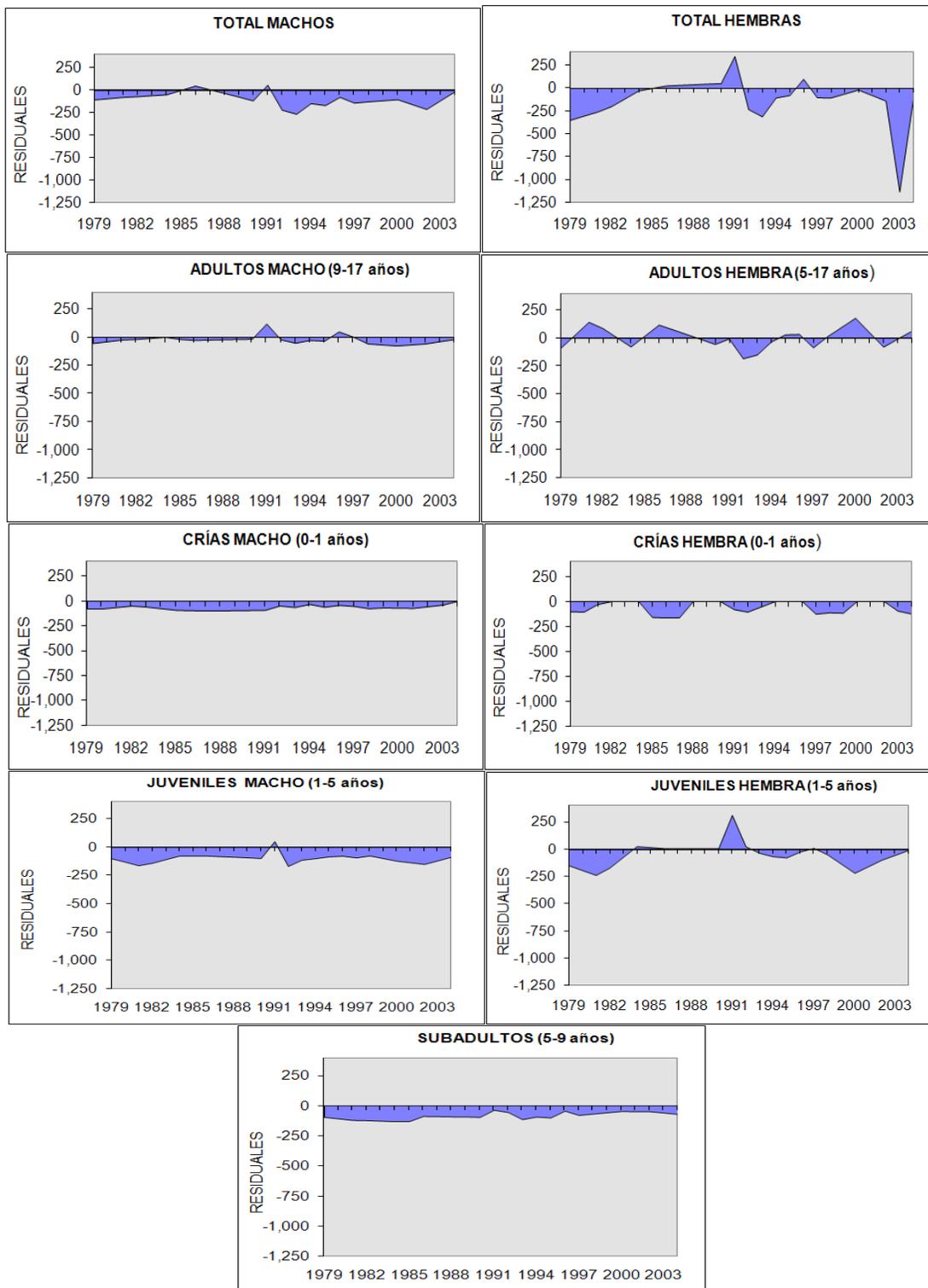


Figura 6. Gráficas de datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en Isla Granito, G. de C, México.

En la lobera Los Cantiles, el total de hembras, se observó un ligero incremento en los años 1979 y 1980, llegando a una estabilidad en 1981, sin embargo no se observa lo mismo en el total de machos para estas fechas, pero si se pueden dilucidar algunas fechas como el periodo entre 1991 y 1993, donde en ambos sexos se registra un decremento, el cual contrasta con el año 1994 en donde los machos incrementan su numero por encima de la esperanza matemática, y las hembras se estabilizan (figura 7).

Al analizar las variaciones por cada estadio de edad, en ambos sexos para los adultos, vemos que en los machos casi siempre encontramos números menores a los esperados matemáticamente, siendo este decremento nunca mayor a los 100 individuos, pero estas variaciones están acopladas en tiempo a las variaciones de las hembras adultas, las cuales a diferencia de los machos sus variaciones son hasta de 400 individuos.

En las gráficas de las crías de ambos sexos se registró que sus variaciones se desfasan por un año a las variaciones de los machos adultos, aun así la recuperación de los mismos tiene efecto en el caso de las crías. Las hembras adultas sin embargo, se observan con

un comportamiento inverso y la generación del año siguiente, no equivale a una cría por cada hembra del año anterior y como consecuencia el número de crías aparece como negativo y solo se vuelve positivo hasta que el número de hembras disminuye.

La presencia de hembras y machos juveniles, así como de subadultos macho, también estará regida de manera inversa al comportamiento de los adultos, es decir, cuando las hembras y machos adultos disminuyen su densidad, existe la presencia de un mayor número de organismos de estas categorías de edad (figura 7).

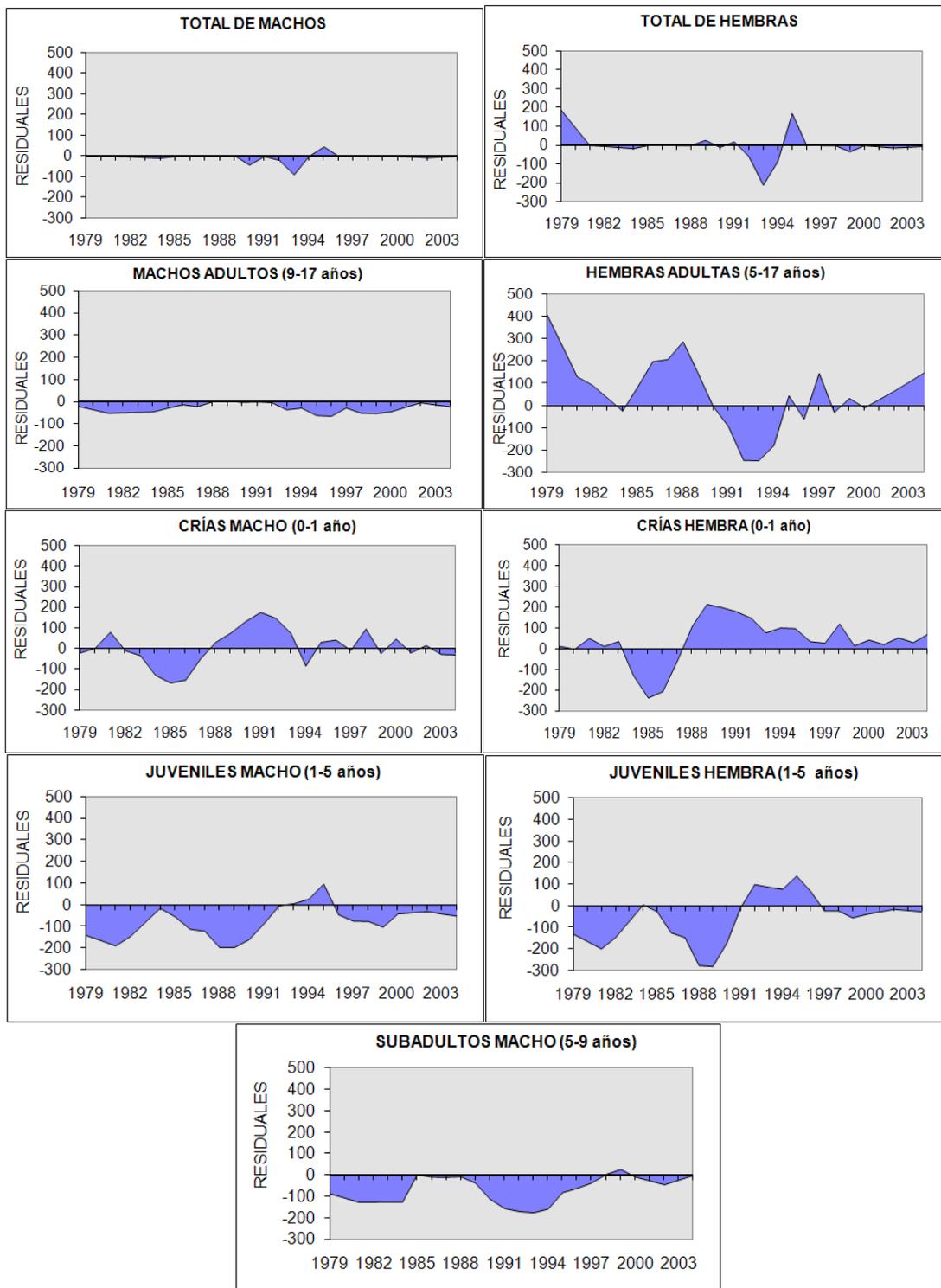


Figura 7. Gráficas de datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en la lobera Los Cantiles, G. de C., Mexico.

En la colonia reproductiva Los Machos, se encontró que el total de machos y hembras siempre fue menor al esperado, esto permitió pensar que en esta lobera las condiciones ambientales no permiten que esta especie pudiese proliferar, o en su caso solo puede ser considerada como productora y exportadora de organismos, pudiendo sostener solo un número limitado de residentes (figura 8).

En una vista más detallada los machos adultos registraron siempre un menor número de machos que el esperado con respecto al año anterior, sin embargo este permaneció constante alrededor de los 100 organismos; en las hembras adultas los resultados mostraron variaciones mucho más drásticas de hasta 300 individuos, pese a lo anterior en este caso las hebras en algunos años registraron incrementos mas allá de los esperados matemáticamente en algunos años (Figura 8).

El análisis de las crías macho siempre mostro números negativos aunque en algunos años menor; las crías hembra presentaron un panorama similar y en algunos años lograron tener la cantidad esperada (figura 8).

En los juveniles macho, vuelve a presentarse durante todo el periodo datos negativos con respecto a los esperados matemáticamente y en las hembras de esta misma categoría de edad aunque las variaciones

son mayores y las pérdidas pueden duplicar en algunos años a las de los machos, también es notorio que en algunos años se registraron cantidades mayores a las esperadas.

Los machos subadulto de esta lobera aunque siempre se presentaron en números negativos, tienen periodos en los que esto es mínimo (figura 8).

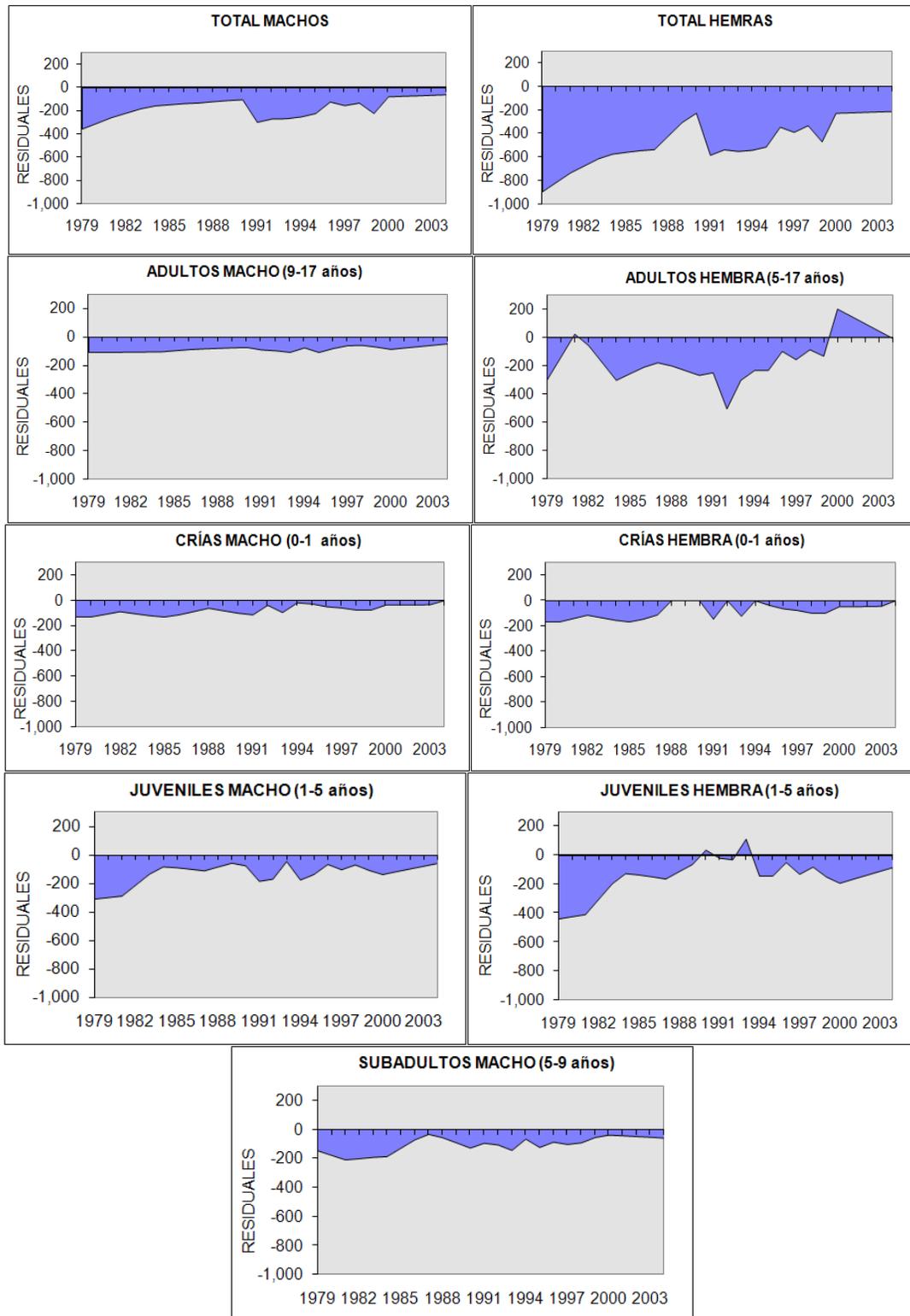


Figura 8. Datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en la lobera Los Machos, G. de C., México.

En la lobera El Partido, aun cuando los datos registrados son a partir de 1985, el total de machos y hembras mostraron similares fluctuaciones en cuanto a tiempo, aparentando que esta colonia tiene permanentemente mas organismos de los que debiese tener según su esperanza matemática, registrando una proporción aproximada de entre 2 a 3 hembras por macho. Al analizar los machos y hembras adultas, estas últimas superaron el número de machos reproductivos desde 100 hasta 500 hembras por macho (Figura 9).

Sin embargo el análisis de las crías tanto de machos como de hembras, mostró que el número de estas la mayor parte del tiempo fue menor al esperado, esta perdida no es mayor a los 50 individuos (figura 9).

En los años de 1985 a 1997, el número de juveniles tanto hembras como macho se incrementó muy por encima de lo esperado; de igual manera el número de subadultos incrementó su número ligeramente superior a lo esperado (figura 9).

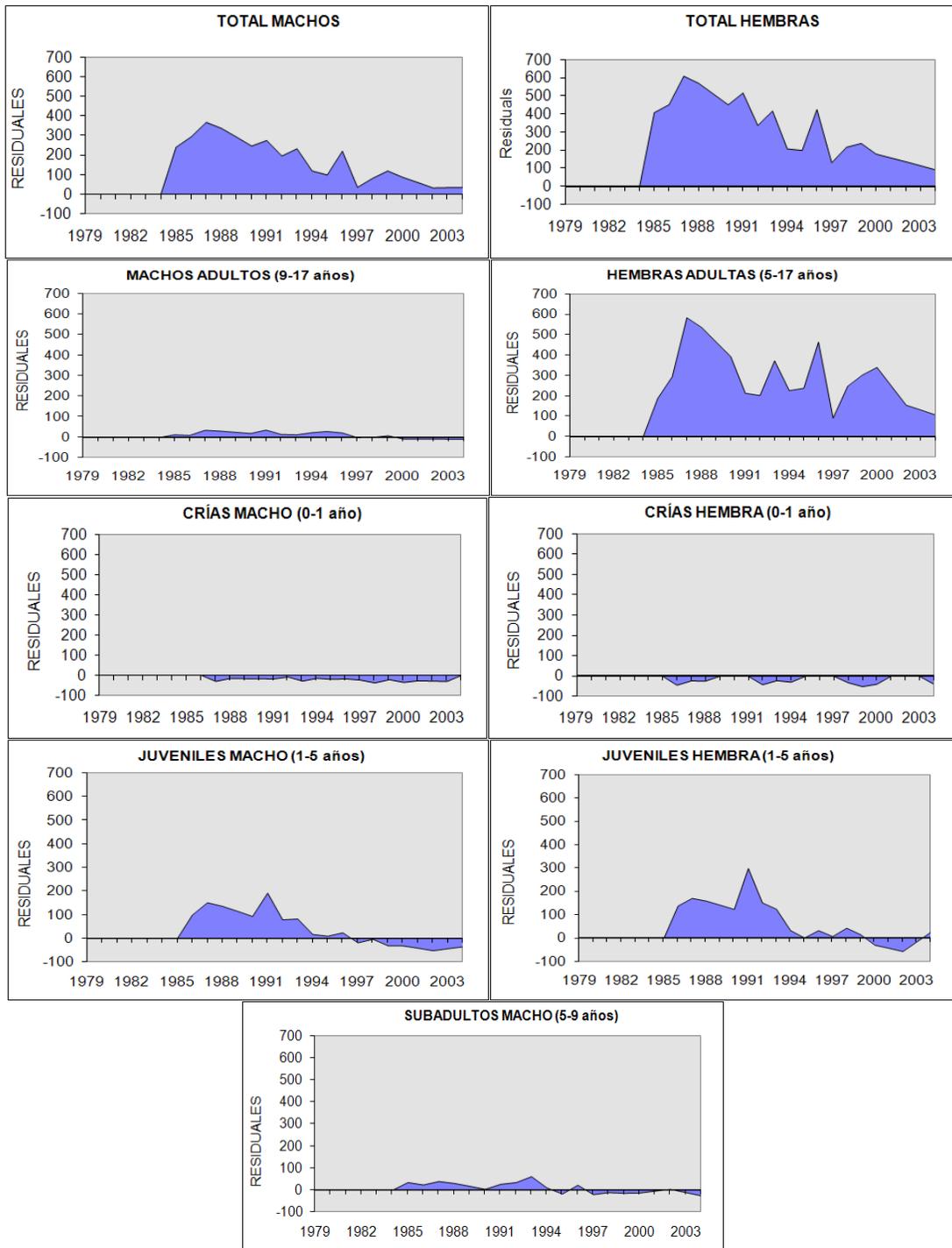


Figura 9. Datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en la lobera El Partido, G. de C., México.

Para la lobera El Rasito, en el total de machos, se observó un ligero incremento en los años de 1979 a 1983 no mayor a los 50 individuos, aumentando en los años posteriores hasta 1993, fluctuando entre los 25 y los 100 organismos, se observa el mismo fenómeno en el total de hembras para estas fechas, en las cuales se presenta una recuperación desde valores negativos a positivos hasta 1983, y posteriormente incrementos que sobrepasan los 150 individuos, mostrando similitud temporal con el total de machos, también hasta 1993 (Figura 10).

En el análisis de las hembras y machos adultos, se observó que, aun cuando en algunos años el comportamiento de los machos presenta una recuperación de su situación original de haber menos machos de los esperados, el número de hembras es mayor al que matemáticamente debiese de haber.

El número de crías, tanto en hembras como en machos, todos los años es menor de lo esperado, aun cuando este no sobrepasa los 50 individuos (Figura 10).

Los estadios de juveniles macho y hembra, se van a comportar de manera errática, pues dependerá de la disponibilidad de recursos

como el espacio en la colonia. En los subadultos macho la situación y variaciones se asemejan a la de los adultos, debido a que muchos de estos sexualmente están aptos para la reproducción y trataran de aparearse con algunas hembras que salgan de la vista de los machos dominantes (figura 10).

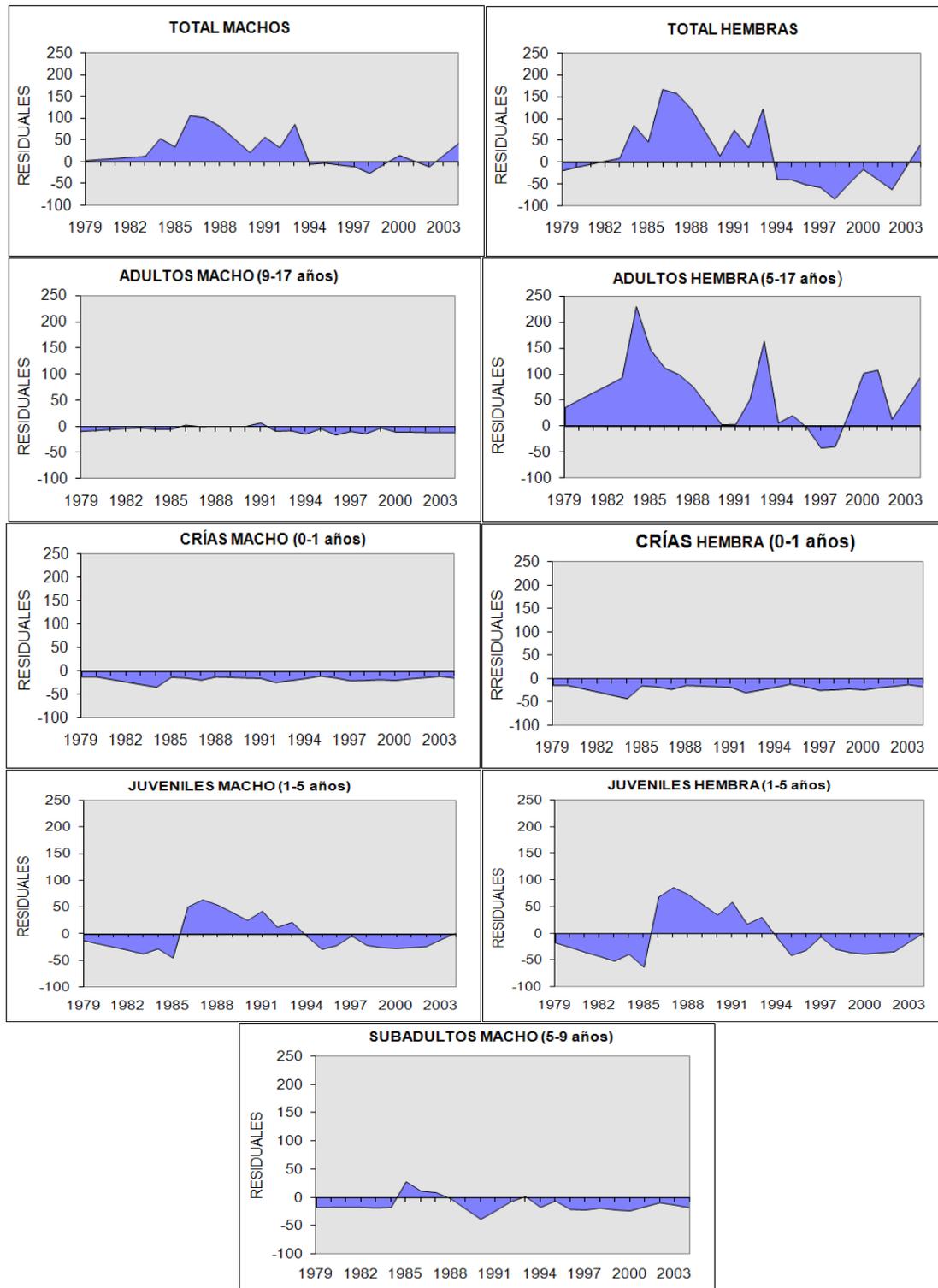


Figura 10. Datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en la lobera El Rasito, G. de C., México.

La lobera San Esteban en el total de machos mostró en la mayoría de los años de muestreo datos negativos, mostrando desde años en que cumplió con la esperanza matemática hasta pérdidas mayores a los 1000 individuos, en contraste el total de hembras aunque en algunos años también presentó pérdidas mayores a los 1000 individuos, también mostró ganancias que sobrepasaron los 1000 organismos, dando a notar la sensibilidad mayor que presentan las hembras a los cambios ambientales (figura 11).

De manera similar en el análisis de los adultos tanto machos como hembras se observó el mismo fenómeno, aunque en los machos a menor escala.

Pese a lo anterior al analizar las crías de ambos sexos en este lugar, fue notorio que el número de crías macho siempre fue menor al esperado y en el de las crías hembra en algunos años fue el esperado con respecto a las hembras adultas registradas el año anterior y en otros presenta pérdidas de más de 1000 organismos (figura 11).

Como consecuencia de lo anterior, el número de juveniles macho todos los años es menor al esperado; los juveniles hembra aunque en la mayoría de los años presentaron fase negativa, en pocos años se registró más organismos que los esperados matemáticamente.

Los machos subadultos aunque prácticamente en todos los años presentaron datos negativos estos fueron mucho menos drásticos que los adultos del mismo sexo y en un año fue igual a la esperanza matemática, (figura 11).

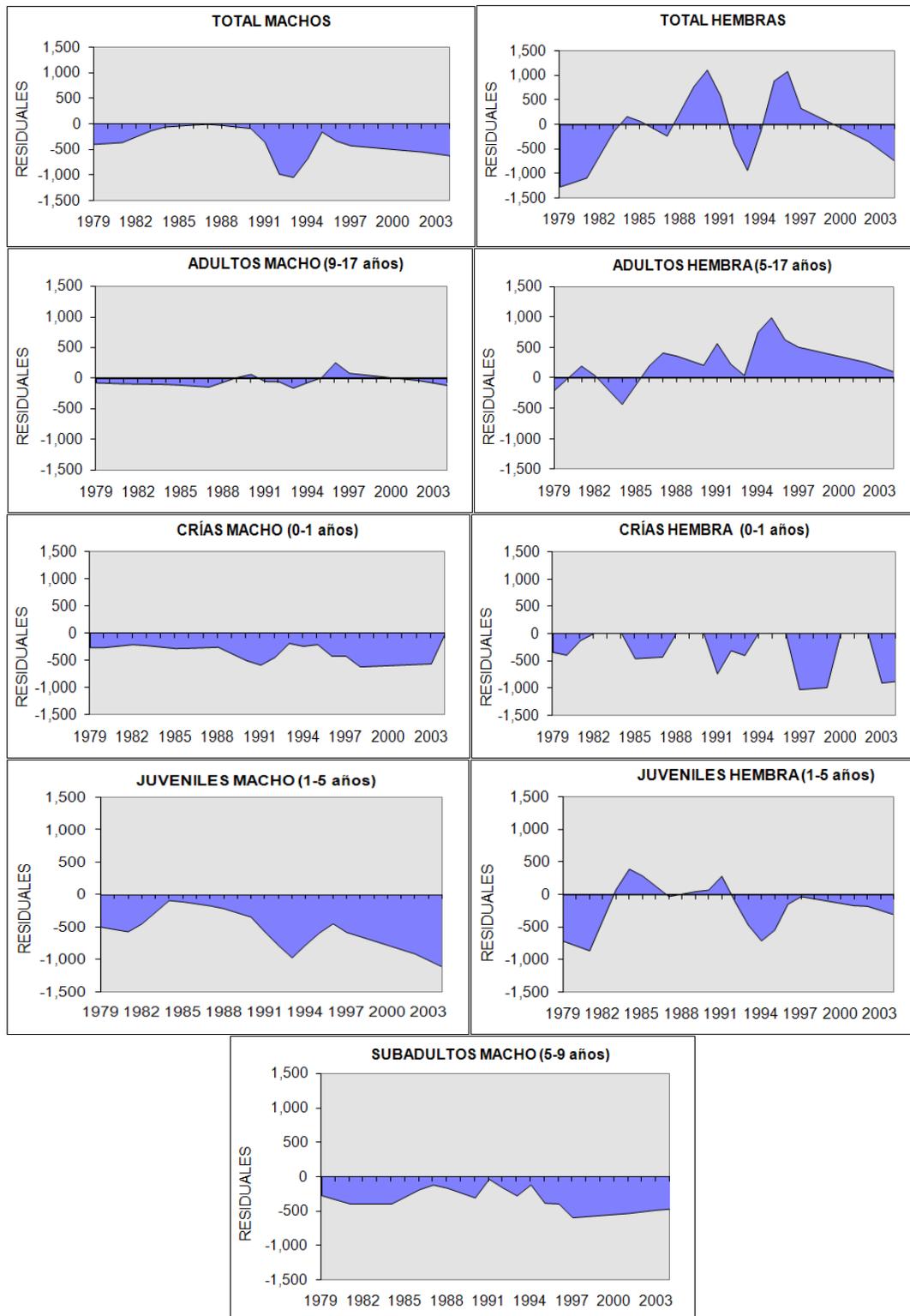


Figura 11. Datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en la lobera San Esteban, G. de C., México.

En la colonia reproductiva de San Pedro Mártir se registró en el total de machos y de hembras números negativos en prácticamente todo el periodo de muestreo, solo en dos años registran datos positivos aunque en años diferidos, y en el caso de los machos solo un año presento el número esperado; cabe señalar que la diferencia en cuanto a perdidas de ambos sexos, fue sobrepasada por mas del doble por las hembras (Figura 12).

Los datos de los machos adultos registraron en la mayor parte del periodo de muestreo números negativos excepto en tres años en los que su número fue el esperado matemáticamente, estas perdidas en su etapa mas drástica no sobrepasaron los 200 individuos. Las hembras adultas mostraron una variabilidad mas marcada, con incrementos de mas de 300 individuos y perdidas de 400; los datos tanto de crías hembras como machos fueron negativas al igual que los datos negativos en juveniles macho y hembra, así como en los subadultos macho (figura 12).

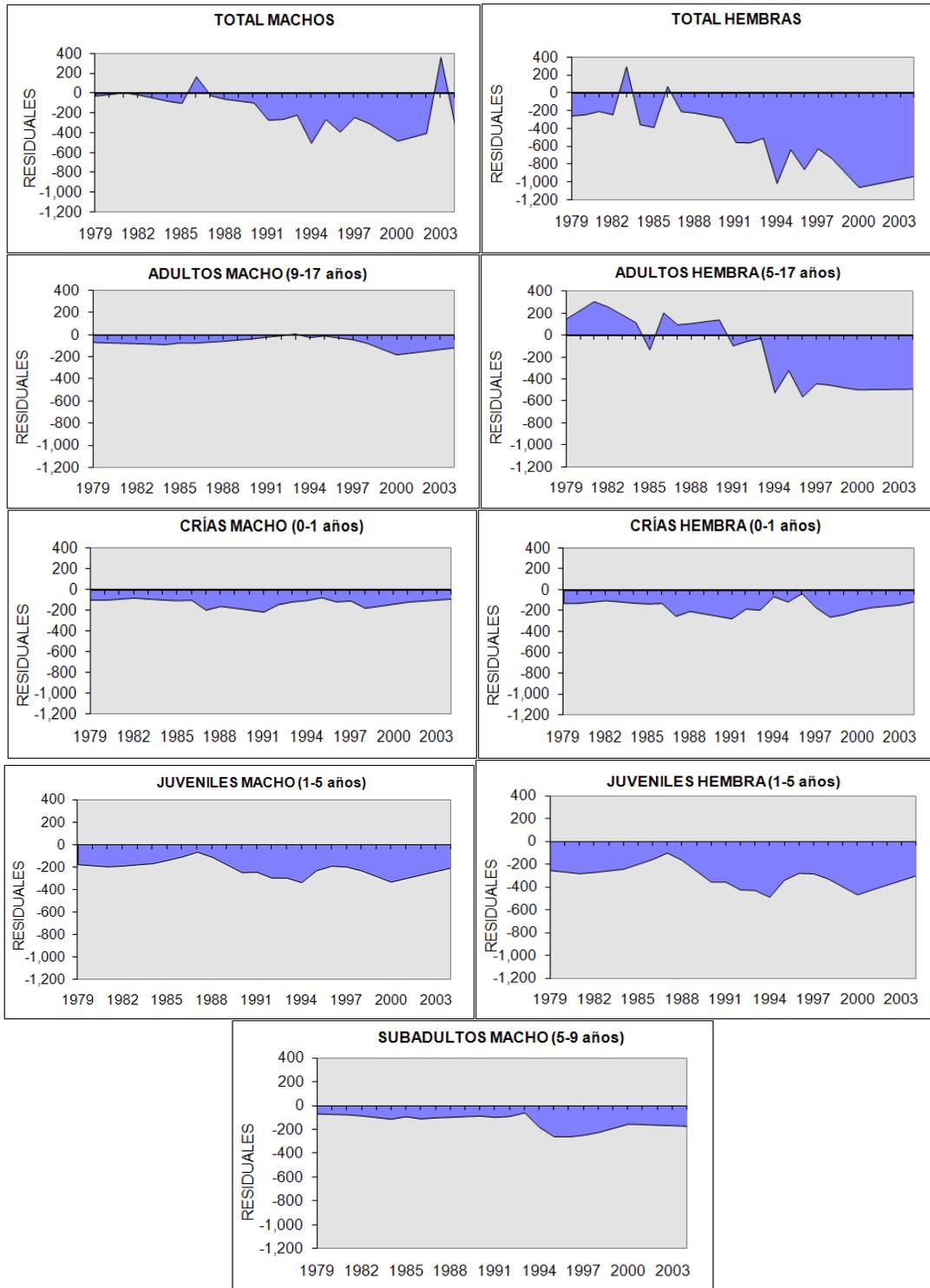


Figura 12. Datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en la lobera San Pedro Mártir, G. de C., México.

La lobera San Pedro Nolasco aunque el periodo de muestreo fue menor, de 1979 a 1997, este mostró que en el total de machos los resultados prácticamente fueron negativos todo el tiempo, con una perdida máxima de casi 400 individuos, aunque en el total de hembras la perdida máxima fue similar los periodos de grandes perdidas fueron mayores (figura 13).

Los adultos macho de esta lobera, si bien presentan datos negativos en la mayor parte del muestreo, sus perdidas no llegan a los 100 individuos, de manera similar a la lobera anterior.

De modo contrario en las hembras adultas las variaciones en sus abundancias se registraron en algunos casos de negativos a positivos del rango de los 200 individuos en el lapso de 2 años, y con perdidas de hasta 300 individuos (figura 13).

Las crías macho durante todo el muestreo se mostraron en fase negativa, aun así prácticamente todo el tiempo las perdidas fueron menores a 100; las crías hembra sin embargo mostraron periodos de perdidas alrededor de los 100 individuos pero en nueve años presentaron los datos esperados matemáticamente.

Los juveniles y subadultos macho durante todo el periodo de análisis mostraron ser menos que la esperanza matemática. Los juveniles

hembra al contrario de los machos, presentan variaciones tanto negativas como positivas (figura 13).

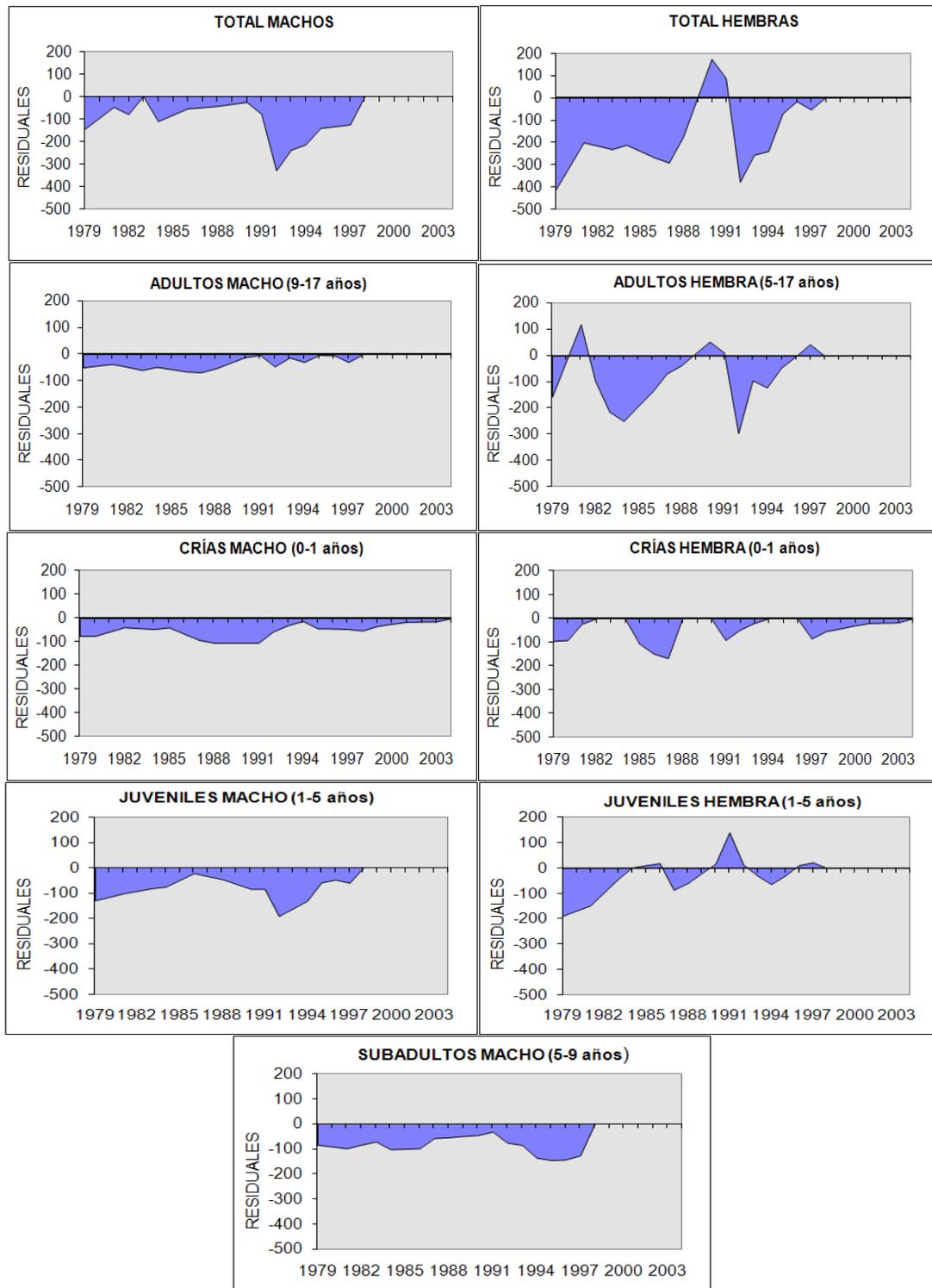


Figura 13. Datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en la lobera San Pedro Nolasco, G. de C., México.

La lobera Los Islotes, en el total de hembras y machos mostró fluctuaciones con la misma temporalidad pero con diferente magnitud siendo estas mayores en las hembras, dichas variaciones fueron de hasta 100 individuos de cresta a valle en el caso de las hembras y de 50 en el caso de los machos en el periodo mas extremo comprendido entre 1983 y 1990 (figura 14).

Los machos y hembras adultas, se notó que en ambos los periodos de decremento o incremento de los individuos fueron similares, sin embargo en los machos las variaciones máximas fueron de alrededor de 30 individuos como máximo; en las hembras llegaron a ser hasta de 70.

Las crías tanto hembras como machos, prácticamente todo el periodo de análisis su número fue menor que el esperado (figura 14).

La cantidad de juveniles machos y hembras fueran menores a las esperadas todo el tiempo; el número de subadultos macho fue errático, con variaciones de hasta 50 individuos (figura 14).

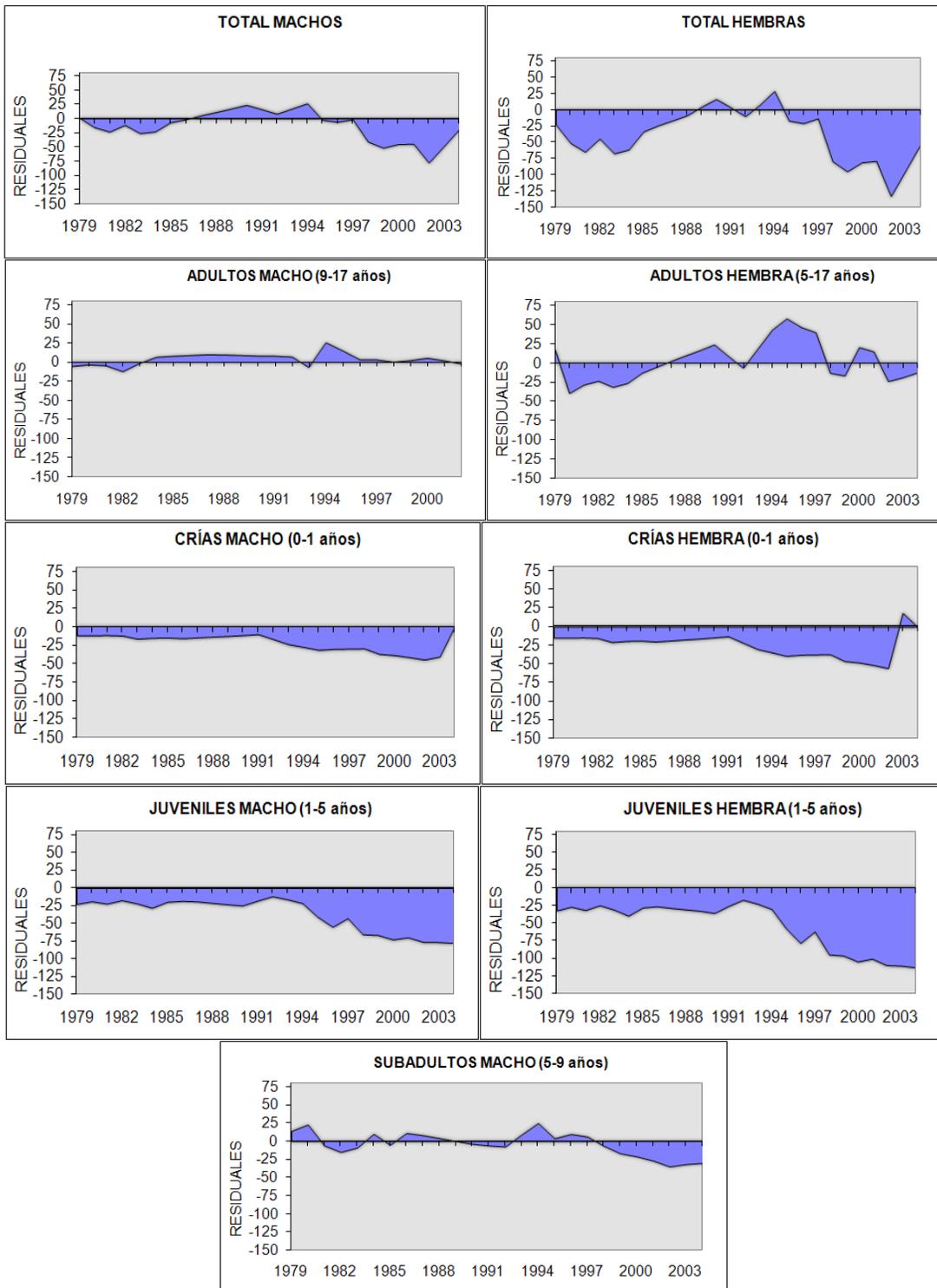


Figura 14. Datos residuales (Registrados–Calculados) de todos los estadios de edad y sexo en la lobera Los Islotes, G. de C., México.

Por lo anterior era de esperarse que los datos de sus censos totales fueran variables, ya que en 1979 los datos de los registros con que fueron realizados los análisis anteriores mostraron un total de 16653 individuos en 11 colonias reproductivas censadas. La máxima abundancia de lobos marinos en el Golfo de California se registró en 1984 con un total de 17755 individuos, sin embargo en ese año solo fueron censadas 11 de las 13 colonias reproductivas. En 1997, fue el único año en el que se censaron las 13 colonias y el total de lobos marinos en el golfo para esta fecha fue de 17219 organismos. Para el 2004 fueron registrados un total de 15850 individuos en 10 colonias censadas, por lo tanto, el porcentaje de perdida o decremento de la población en 2004 con respecto a 1979 fue de 4.8%, el porcentaje de perdida o decremento de la población con respecto a la máxima abundancia registrada en los últimos 26 años fue de 10.7% y por ultimo, el porcentaje de perdida o decremento de la población en 2004 con respecto al total registrado en 1997, año en que se censaron todas las loberas es de 7.9% (figuras 15 y 16).

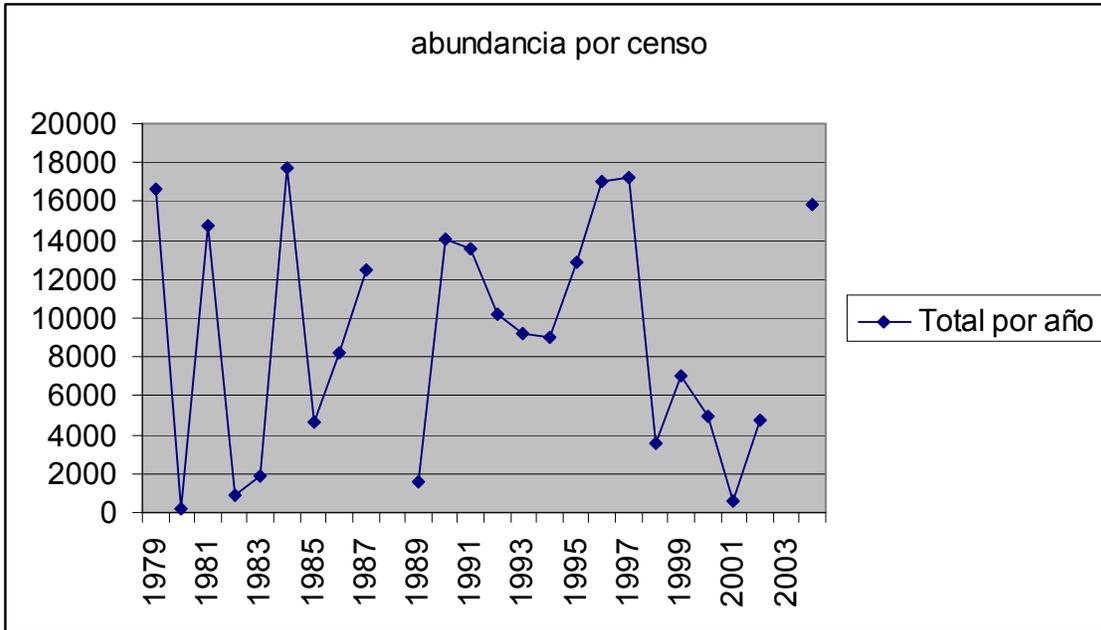


Figura 15. Gráfica de total de organismos censados por año en el Golfo de California desde 1979 hasta el 2004.

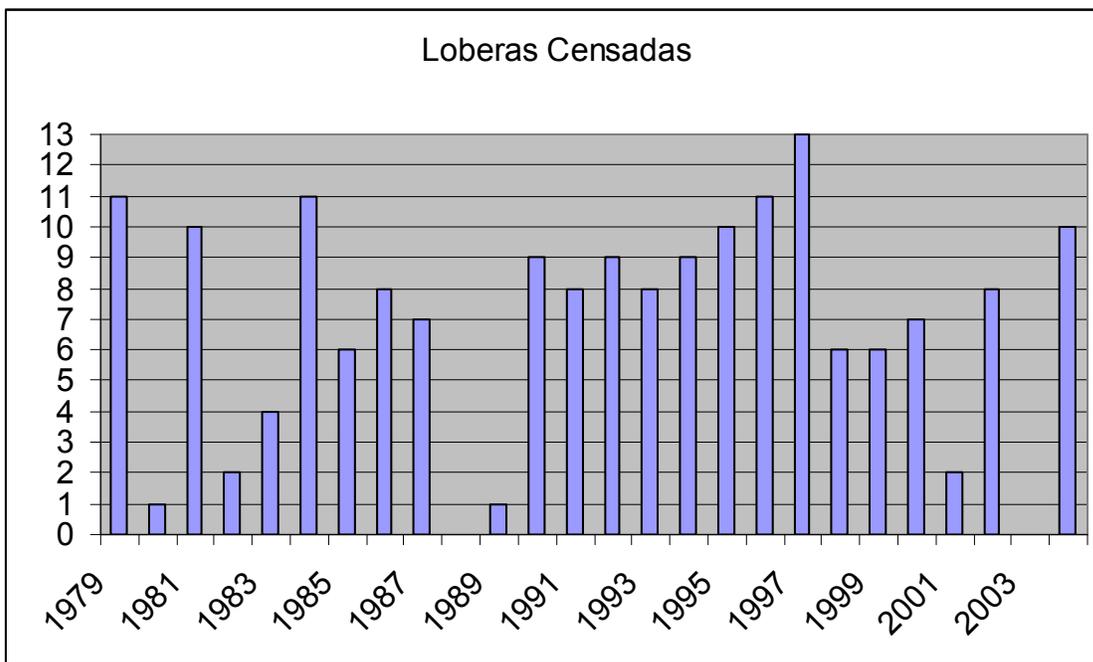


Figura 16. Gráfica de total de colonias reproductivas censadas por año en el Golfo de California desde 1979 hasta el 2004.

Cabe señalar que si al censo de 1979, le restáramos el total de individuos de alguna de las 2 colonias no censadas en el 2004, el porcentaje de decremento o pérdida de la población seria de 2.9% si eliminamos la lobera Rocas Consag o en su defecto eliminamos la lobera San Pedro Nolasco existiría un incremento de 0.65 %.

La colonia reproductiva del Golfo de California que ha registrado el mayor número máximo de organismos es San Esteban con 5666 en el 2004 y la que registro el menor número máximo fue Los Islotes con 439 organismos en el 2004 también (figura 17).

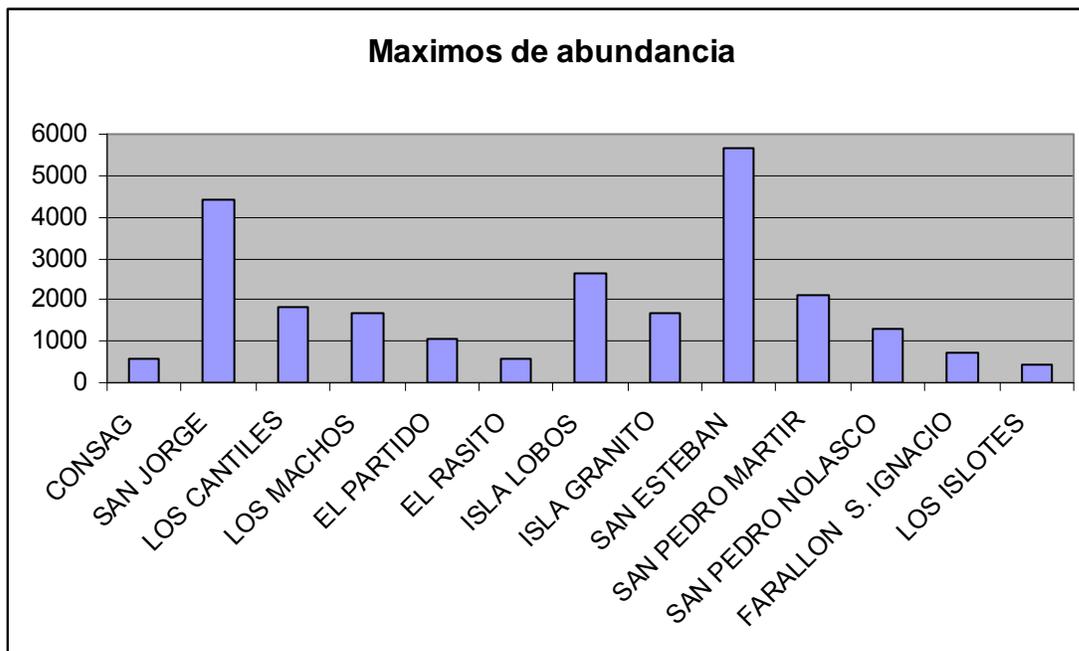


Figura 17. Gráfica de máximos de abundancia por colonia en el Golfo de California registrados desde 1979 hasta el 2004.

Por todo lo anteriormente mostrado en el análisis, tanto por colonias como en general de todo el Golfo y en adición con la observación de el numero de colonias censadas y la capacidad de cada una de estas de sostener un número distinto de individuos, que a su vez puede ser variable durante un año y otro, esto dio en ese momento la imagen aparente del estado de la colonia en particular que se muestreó, así como datos de abundancia de cada estadio de edad y sexo, permitiendo de esta manera llevar acabo un seguimiento de las abundancias de cada una.

Oceanografía

En las gráficas de los índices climáticos promediados y estandarizados para cada muestreo biológico, se puede observar como para cada uno de ellos, dependiendo de los factores que los componen y las características particulares de cada uno de ellos, aunque compartan algunos parámetros como variaciones de presión o temperatura superficial del mar, cada uno presenta una periodicidad cíclica, teniendo algunos como el NOI, ciclos alrededor de los 10 años, con sus valores más altos en 1989 y 1999 y presentando valores negativos de mayor intensidad casi todos los años, teniendo los más bajos en 1983 y 1988; de manera contraria el MEI presenta

sus valores más altos en 1983 y 1988 y los valores más bajos en 1989 y 2001, presentando ciclos de 5 años; de manera similar, y como era de esperarse, el BIVARENSOI tiene el mismo comportamiento, sin embargo es notorio que en los valores positivos el MEI presenta valores más altos que el BIVARENSOI y en los valores negativos es a la inversa; El PDOI de entre 10 y 12 años, presenta sus valores más altos en 1989 y 1999 y los más bajos en 1991 y en el 2001; el PNAI presenta ciclos de 4 a 5 años, presentando su valor máximo en 1984 y los mínimos en 1983 y 1986 (Figura 18).

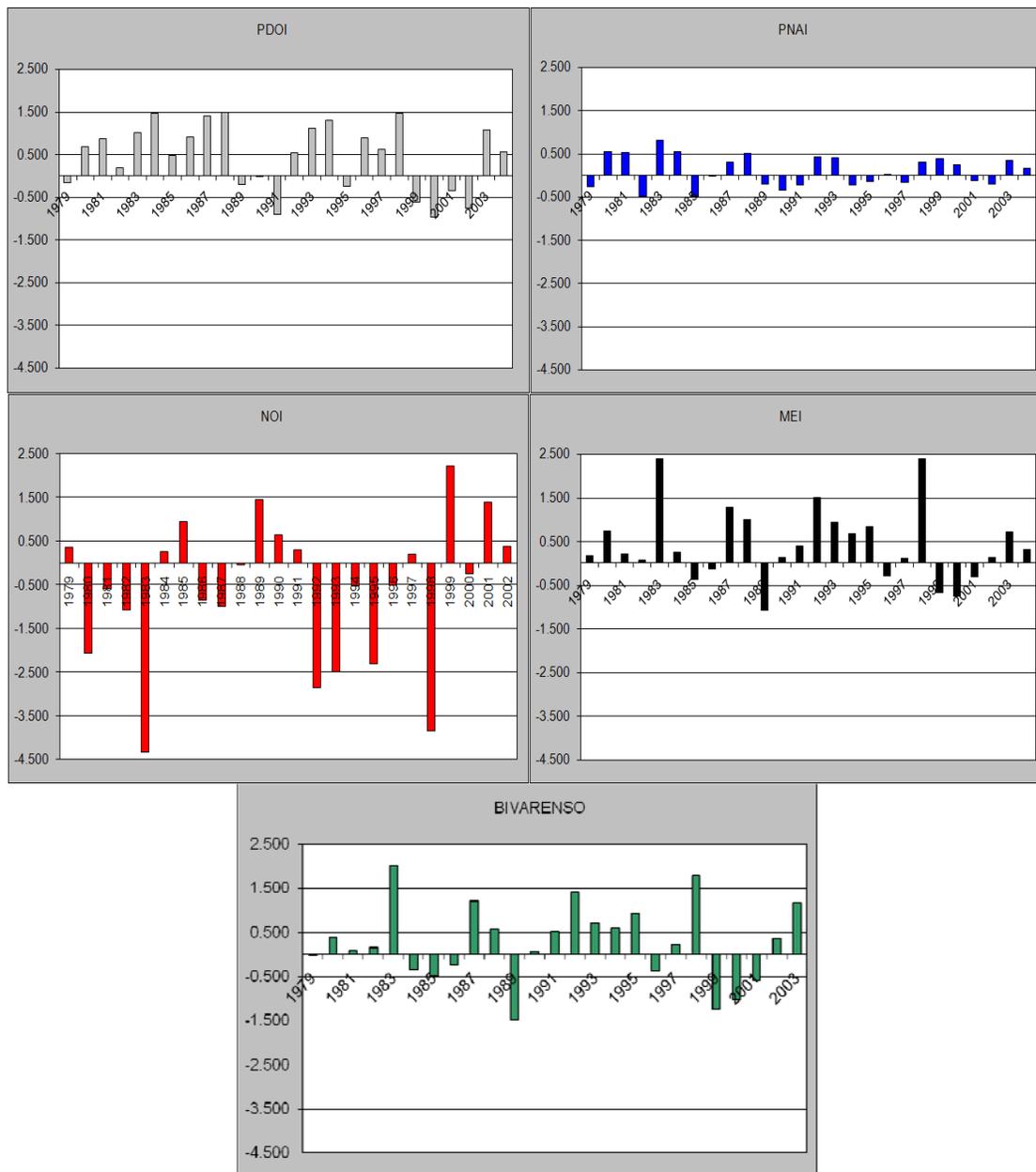


Figura 18. Gráficas de variabilidad anual de índices climáticos del Pacífico Norte, promediados desde 1979 hasta el 2004.

Para el caso de los datos del EL NIÑO se presentaron los datos mas altos en 1983 y en 1998, y los datos mas bajos en 1989 y en el 2000,

sin embargo, es notorio que este fenómeno presenta ciclos entre los 3y los 5 años (figura 19)

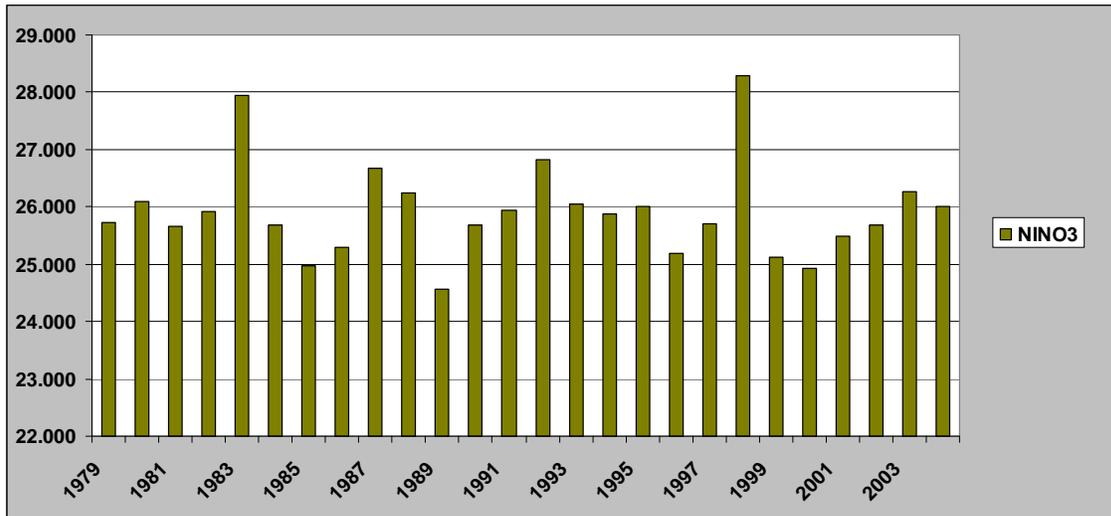


Figura 19. Gráfica de variabilidad anual de datos promediados de temperatura superficial del mar para el Pacífico Norte del fenómeno de El Niño desde 1979 hasta 2004.

Aunque el más popular, conocido y analizado en la literatura siempre ha sido el fenómeno del niño, la falta de análisis de otra serie de fenómenos que pudiesen estar influyendo en la intensidad del mismo, podría estar sobre estimando la influencia de un fenómeno que se origina en el ecuador y los resultados simplemente pudiesen ser reflejo de la influencia de los otros fenómenos sobre el mismo.

Esto se pudo inferir con la simple observación de las graficas de los índices estandarizados (figura 18), ya que la periodicidad y magnitud de cada uno de ellos, fue similar a las variabilidades de cada uno de los estadios de edad y sexo y a la diferencias entre los mismos.

Concentraciones máximas de Clorofila “a”

Al graficar las concentraciones máximas de clorofila “a”, del otoño, destaca la lobera los machos en el año 2000 con mas de 5 mg/l, seguida por San Pedro Nolasco en 1998 con una concentración ligeramente menor, siendo la lobera Los Islotes la que presenta las concentraciones mas bajas todos los años, estando todas las loberas en un rango de entre los 2 y los 5 mg/l en todos los años (figura 20).

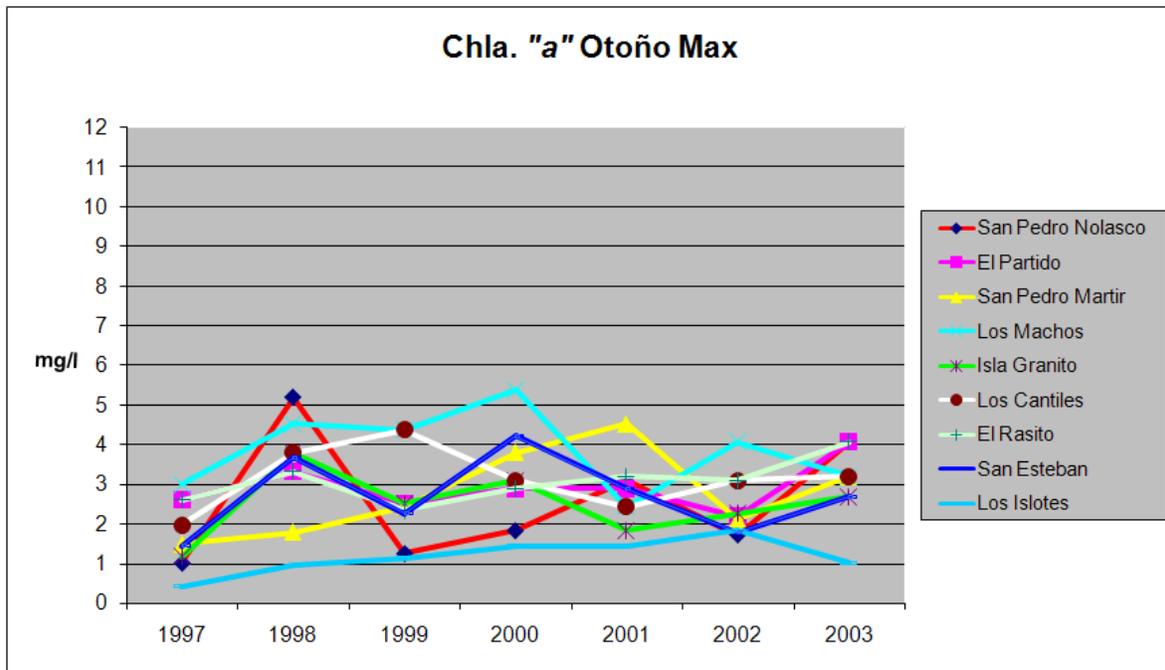


Figura 20. Gráfica de variabilidad en la concentración máxima de clorofila “a” en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, durante la estación de otoño, previo a cada muestreo.

Para el caso de las concentraciones máximas de clorofila “a” en el invierno, se vio que de nuevo la lobera Los Machos presenta el pico mas alto, de mas de 9 mg/l solo que en el año de 1998, seguido por la lobera Los Cantiles con una concentración máxima de poco mas de 7 mg/l en el 2001, siendo esta vez la lobera San Esteban la que presenta las menores concentraciones, sin embargo, Los Islotes sigue siendo una de las loberas con concentraciones bajas, para esta estación todas las loberas se mantienen en un rango promedio de entre los 1 y 4 mg/l de concentración (figura 21).

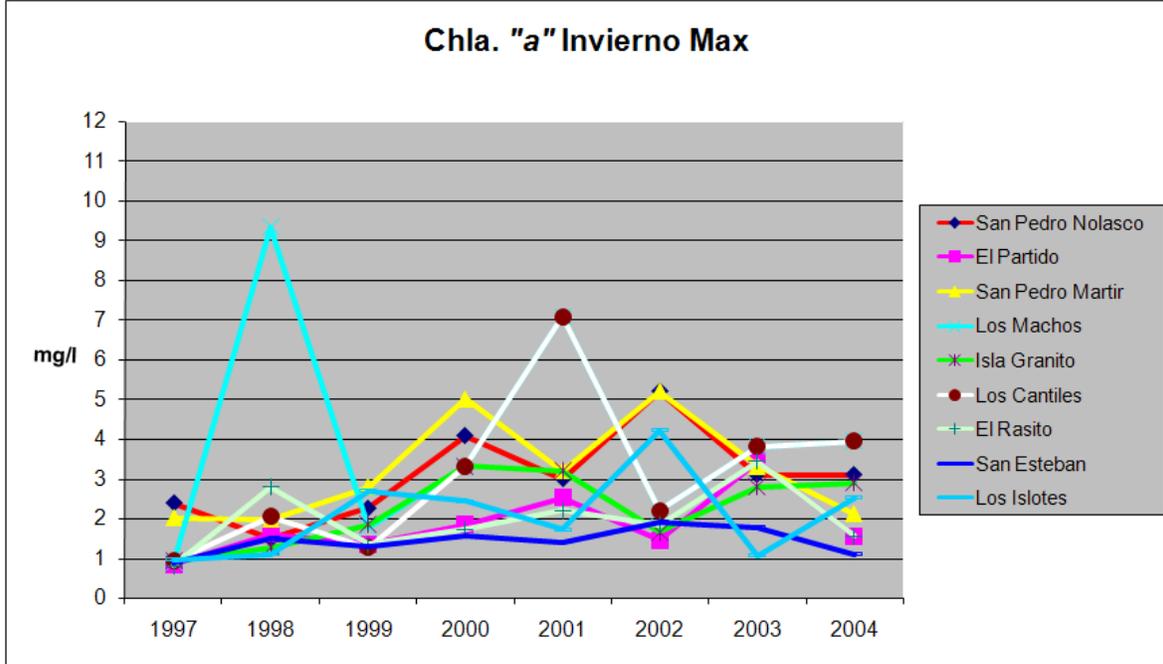


Figura 21. Gráfica de variabilidad en la concentración máxima de clorofila “a” en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, durante la estación de invierno, previo a cada muestreo.

La estación de primavera es la que presenta los picos más altos en concentraciones de clorofila “a”, mismos en los que destacan: la lobera de San Pedro Mártir, con concentraciones hasta de 11 mg/l en el 2002, la lobera El rasito con un pico de casi 8 mg/l en 1999 y otro de poco mas de 10 mg/l en el 2001y la lobera El Partido con un pico en 1999 de casi 7 mg/l, dando como resultado un rango promedio que oscila entre 1 y 5 mg/l siendo esta la estación con mayor variación en

cuanto a la concentración de clorofila "a" ya que esta 1 mg/l arriba del limite más alto y 1 mg/l más abajo del limite inferior en los rangos anteriores (figura 22) .

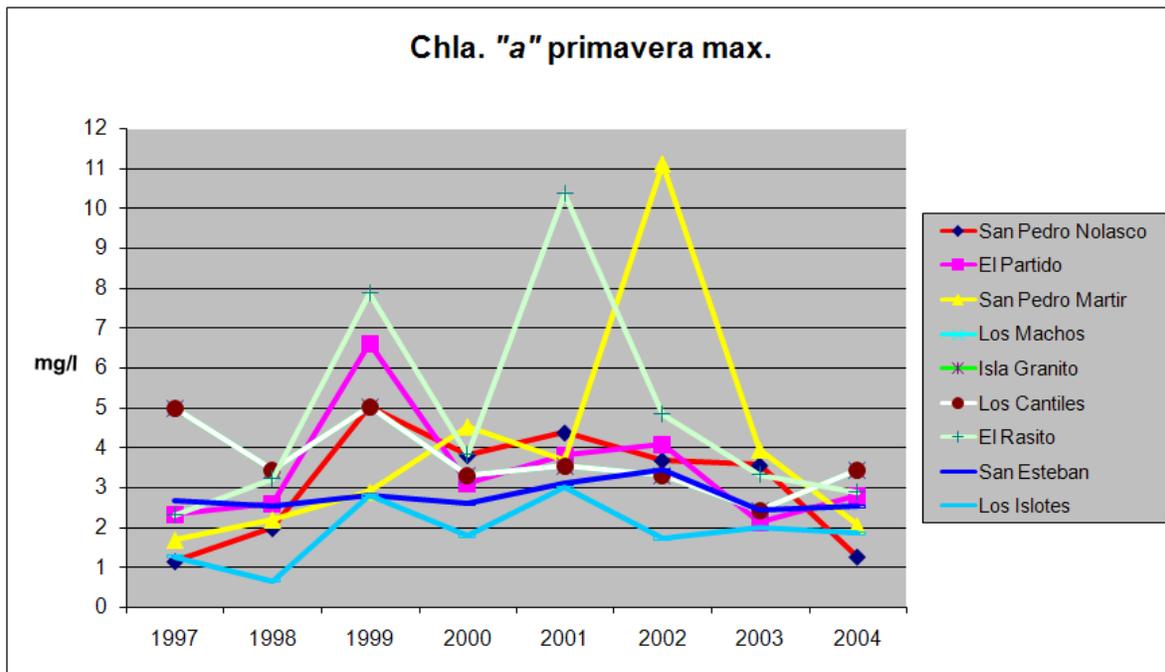


Figura 22. Gráfica de variabilidad en la concentración máxima de clorofila "a" en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, durante la estación de primavera, previo a cada muestreo.

Para la estación de verano se observó que la concentración de clorofila "a", fue mas baja que en el resto de las temporadas, en la cual, la estación con el pico mas alto de concentración fue San Esteban, de poco mas de 3.5 mg/l en el 2001, estando el rango de todas las estaciones en todos los años, desde menos de 0.5 hasta 3 mg/l (figura 23).

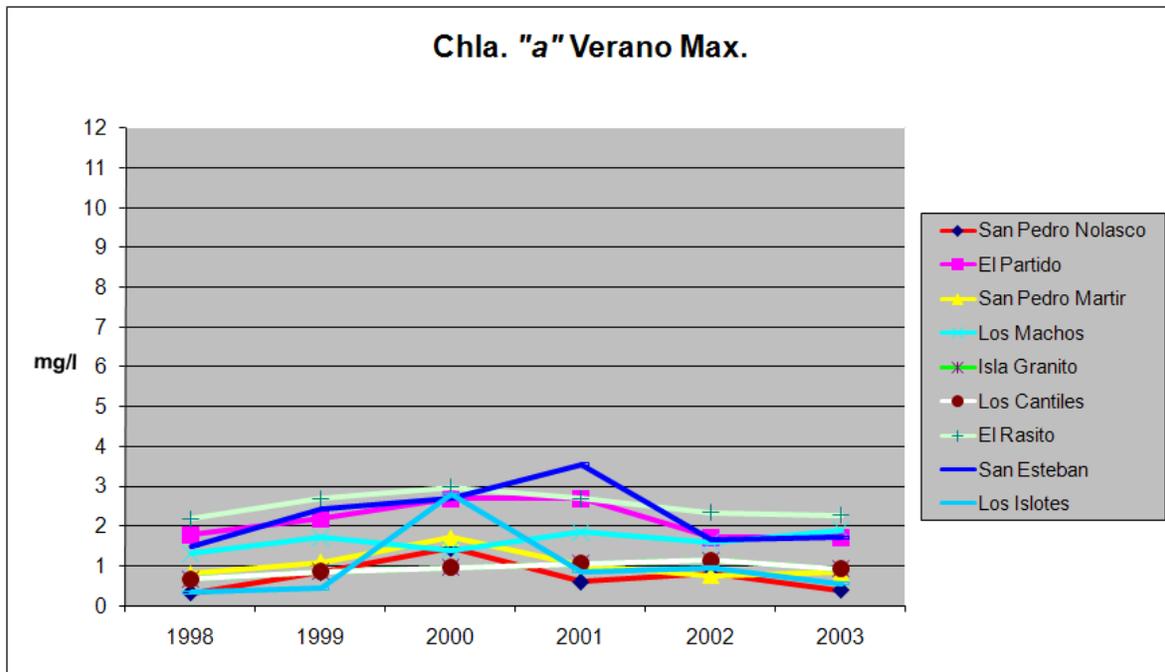


Figura 23. Gráfica de variabilidad en la concentración máxima de clorofila “a” en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, durante la estación de verano, previo a cada muestreo.

La gráfica de concentraciones máximas anuales de clorofila “a” nos muestra un rango de variabilidad que va de 1.5 a 3 mg/l, en la que destacan como loberas con mayor inestabilidad: Los Machos, San Pedro Mártir y San Esteban (Figura 24).

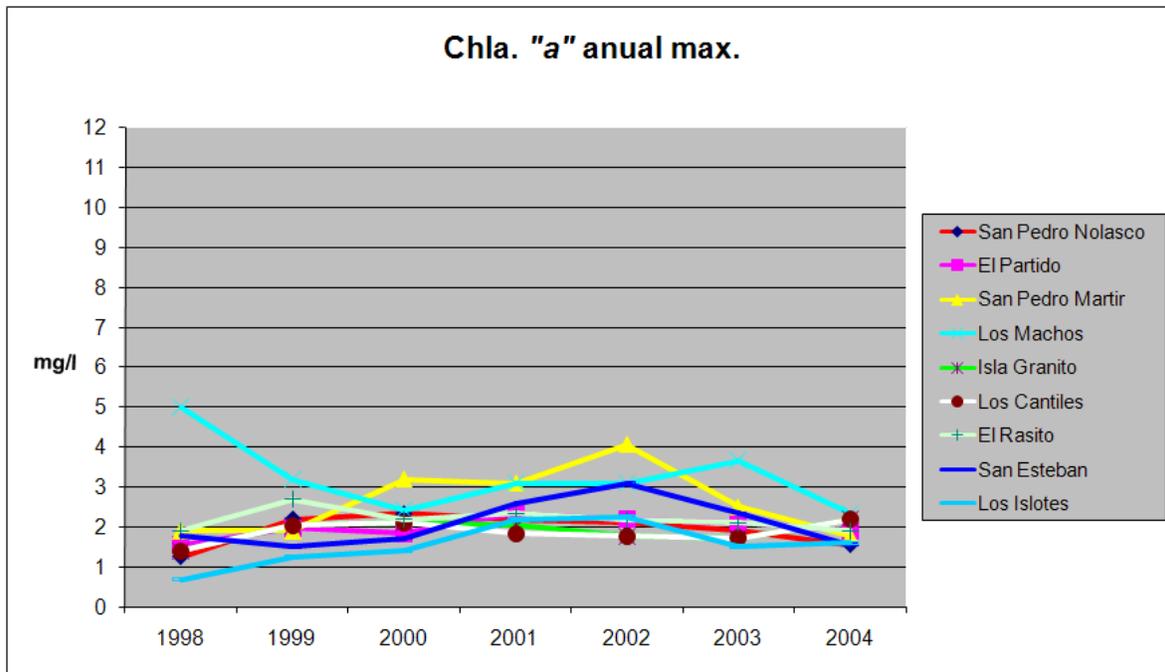


Figura 24. Gráfica de variabilidad anual en la concentración máxima de clorofila “a”, en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, previo a cada muestreo.

En el análisis en conjunto de las imágenes de concentraciones máximas de clorofila “a”, permitió observar que, aunque una imagen de promedio anual nos permite ver cual de los años de muestreo pudiese mostrar la afectación de algún fenómeno de macro escala o bien, simplemente condiciones de baja o alta productividad, esta visión tan amplia no permite darnos cuenta de otro fenómeno que ocurre en todo el golfo, la estacionalidad cíclica de la productividad que en el existe, provocada por la serie de fenómenos climáticos y oceanográficos que en el se desarrollan, en donde podemos ver a la

estación de Verano como la menos productiva, la de Primavera como la mas productiva, consecuencia de los vientos de la estación de Invierno, la cual sin llegar a ser tan productiva como la primavera muestra valores altos provocados por la presencia de fenómenos oceanográficos que comienzan su desarrollo en esta época, y la estación de Otoño misma que aunque ya no muestra momentos extremos producto de la fenomenología, si muestra una etapa de transición con buena productividad como muestra del inicio de un nuevo periodo de recuperación anual de las condiciones observadas en el Verano.

Concentraciones promedio de Clorofila “a”

Al representar gráficamente las concentraciones promedio de clorofila “a” en el periodo de 1997 hasta el 2004, durante cada estación, previas a cada muestreo para cada colonia reproductiva, se observo que para el Otoño, oscilaron entre 0.5 y 1.6 mg/l; siendo la lobera San Pedro Mártir, la que presentó los promedios más altos, entre 0.75 y 1.6; por el contrario, la lobera Los islotes presento los más bajos, entre 0.25 y ligeramente superior a los 0.5 durante los años más altos; estando las demás estaciones en un rango de entre 0.5 y 1.25 mg/l (figura 25).

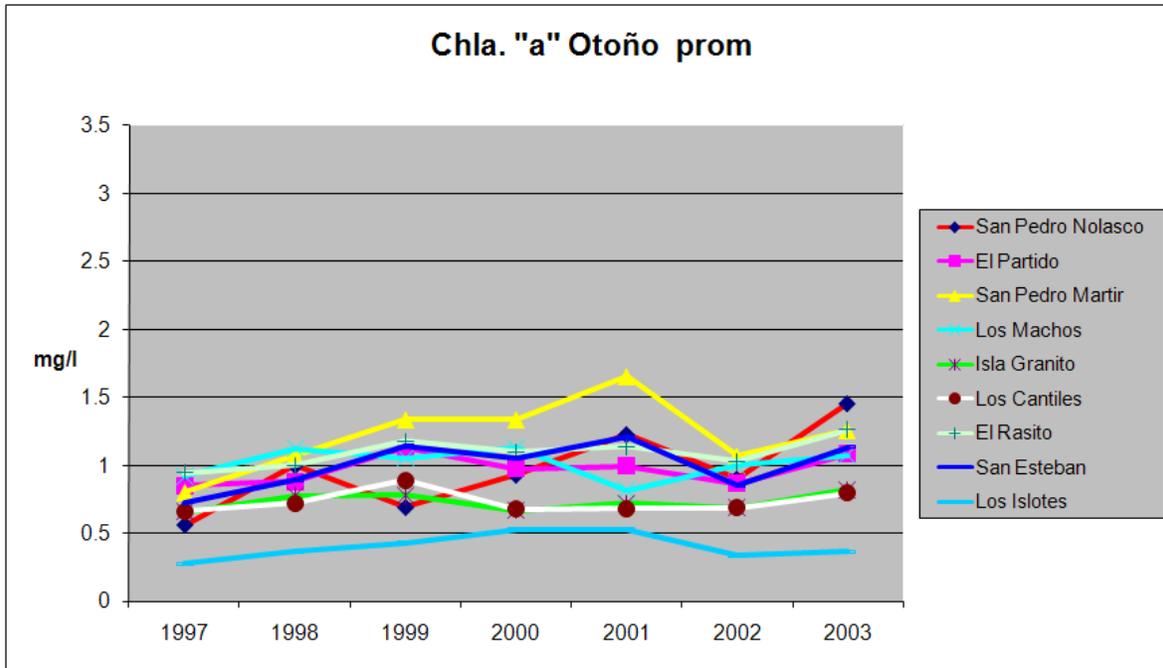


Figura 25. Gráfica de variabilidad en la concentración promedio de clorofila “a” en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, durante la estación de otoño, previo a cada muestreo.

Para la estación de invierno, la gráfica de concentraciones promedio de clorofila “a”, mostró que las concentraciones más altas pertenecían a la lobera San Pedro Nolasco, la cuales van desde poco mas de 0.8 hasta 1.9 mg/l, siendo esta vez San Esteban La lobera con las concentraciones promedio más bajas durante este periodo, oscilando ente los 0.3 y los 0.8 mg/l, sin embargo, estas concentraciones se mantuvieron muy cerca de el rango de el resto de las loberas el cual se encontró entre 0.5 y 1 mg/l (figura 26).

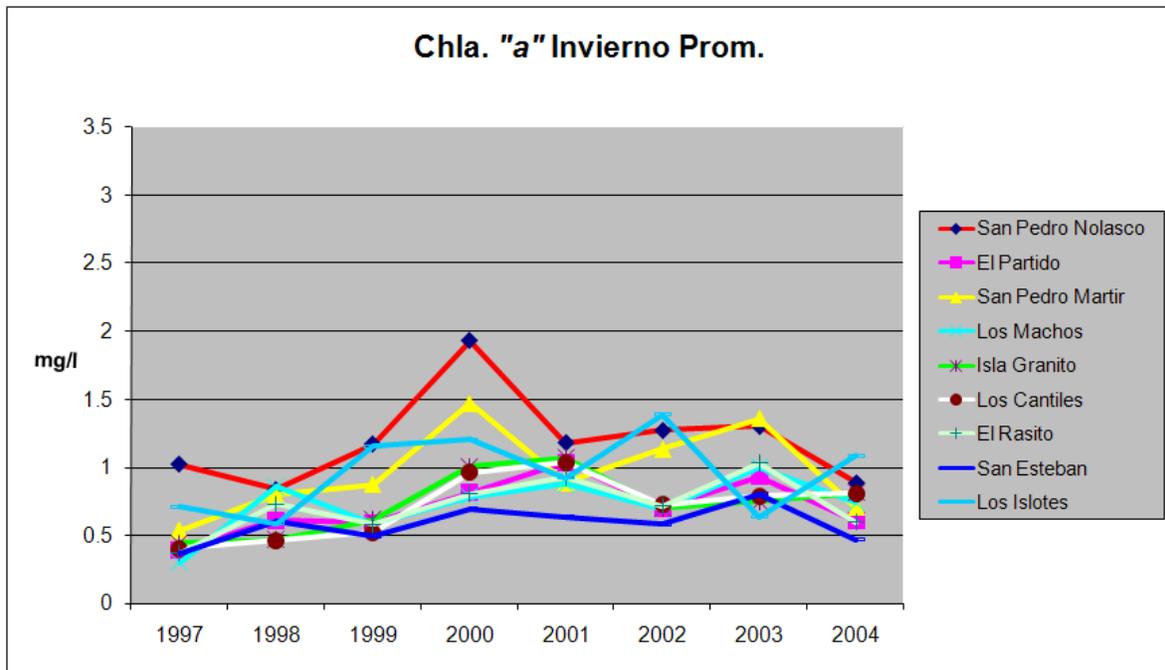


Figura 26. Gráfica de variabilidad en la concentración promedio de clorofila “a” en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, durante la estación de invierno, previo a cada muestreo.

Las concentraciones promedio en la primavera registraron que, el dato más alto perteneció a San Pedro Mártir, siendo este hasta de 3 mg/l en el 2002, lobera que registro su dato más bajo en el 2004, de manera contraria la lobera Los Machos registro los datos más bajos durante casi todo el periodo, estos variaron de entre los 0.3 y 0.8 mg/l; el resto de las loberas se mantuvo entre los 0.6 y 1.5 mg/l, resaltando el año de 1999, ya que en este, casi todas las colonias reproductivas presentaron sus concentraciones más altas (figura 27).

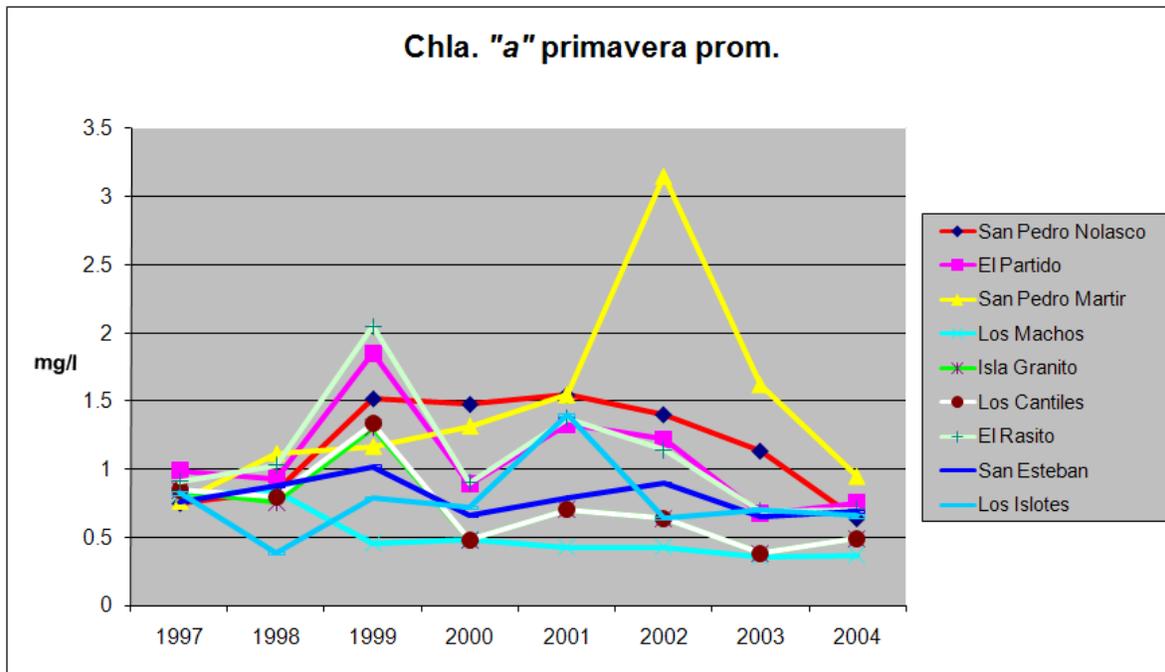


Figura 27. Gráfica de variabilidad en la concentración promedio de clorofila “a” en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, durante la estación de primavera, previo a cada muestreo.

La gráfica de concentraciones promedio de clorofila “a” del verano, mostró que esta estación es la más pobre, ya que todas las loberas se mantuvieron en un rango de entre 0.2 y 0.75 mg/l aproximadamente, siendo la lobera El Rasito, la que presento las mayores concentraciones, entre los 0.6 y los 0.75 mg/l y las loberas Los Cantiles e Isla Granito las de las menores manteniéndose entre los 0.1 y 0.2 mg/l, estando el resto de las loberas entre los 0.25 y 0.75 mg/l, cabe señalar que en el año 2000 la lobera Los Islotes destaca por tener la concentración más alta registrada para este

periodo, alcanzando 1 mg/l, año en el cual varias loberas presentan un incremento (figura 28).

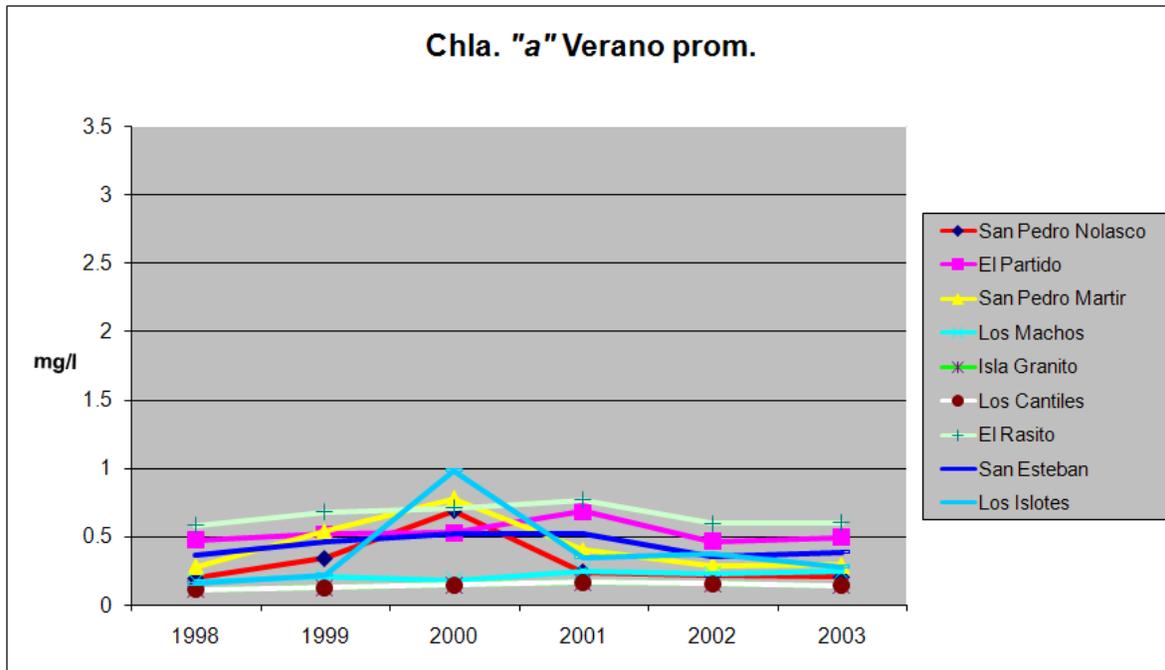


Figura 28. Gráfica de variabilidad en la concentración promedio de clorofila “a” en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, durante la estación de verano, previo a cada muestreo.

Las concentraciones promedio anuales de clorofila “a” nos presentaron un panorama en donde se puede dilucidar que, aunque las loberas Los Cantiles e Isla Granito son las que presentan las menores concentraciones, estas también son las más estables, manteniéndose durante todo el periodo entre los 0.3 y 0.5 mg/l a diferencia del resto que varían entre los 0.3 y 1 mg/l, sobresaliendo

San Pedro Nolasco con concentraciones de entre los 0.6 y 1 mg/l (figura 29).

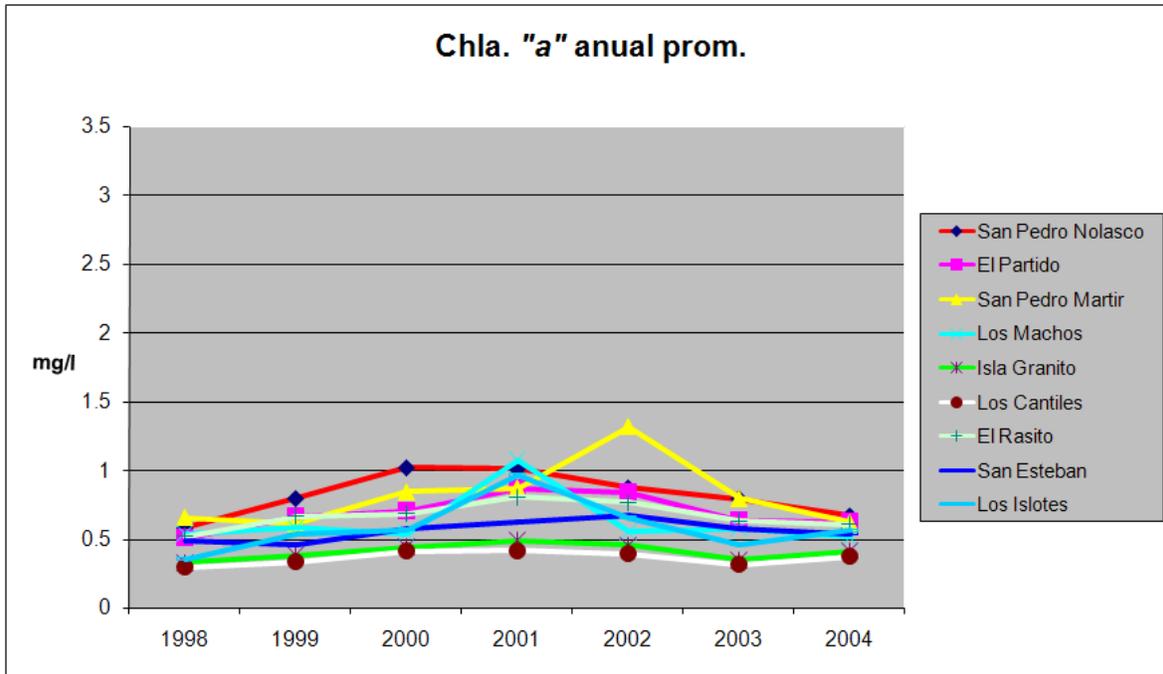


Figura 29. Gráfica de variabilidad anual en la concentración promedio de clorofila “a”, en todas las colonias reproductivas de lobo marino de California, en el Golfo de California, previo a cada muestreo.

El análisis de los datos promedio de clorofila “a”, si bien nos permite observar la estacionalidad mencionada en los datos máximos, la atenuación causada por el promediado no nos permite notar la presencia de fenómenos de mesoescala que en cada estación podrían estar sucediendo, mostrando por ejemplo en la imagen de promedio anual los años de mayor o menor productividad, lo que posiblemente este reflejando mas la influencia de los fenómenos de mayor escala como el Niño, la Niña, Oscilación Decadal, Oscilación

del Norte u Oscilación del Sur y sus consecuencias dentro de cada una de las estaciones del año en cada una de las loberas.

Estadística

Los resultados del análisis de correlación, mediante el coeficiente de determinación (R^2) con un $p \leq 0.05$, entre los residuales de cada uno de los estadios de edad y sexo, y los índices climáticos, desde 1979 hasta el 2004, mostraron que, para el total de machos contra el PDOI, aunque 4 de las 9 loberas presentan correlación mayor a 0.5, solo la lobera Los Machos, la presentó mayor a 0.75; para el PNAI se presentaron 3 de las 9 loberas, con correlaciones que sobrepasan 0.75 destacando El Partido; para el caso del MEI, 3 loberas presentaron correlación superior a 0.75, de las cuales, El Rasito fue la más afectada; con el NOI se mostraron 2 loberas con correlaciones mayores a 0.5 y 3 mayores a 0.75; para el BivarENSO, se registraron tres correlaciones superiores a 0.5 y 2 mayores a 0.75; Por ultimo, para los datos del Niño del nivel 3, se pudieron observar 6 correlaciones superiores a 0.5 y solo una ligeramente mayor a 0.75. Demostrando así, que para el total de machos de todas las loberas, el fenómeno de El Niño no es el que presenta la mayor influencia en su densidad por colonia, sin embargo, no deja de ser el fenómeno que afecta al mayor número de colonias para este sexo (figura 30).

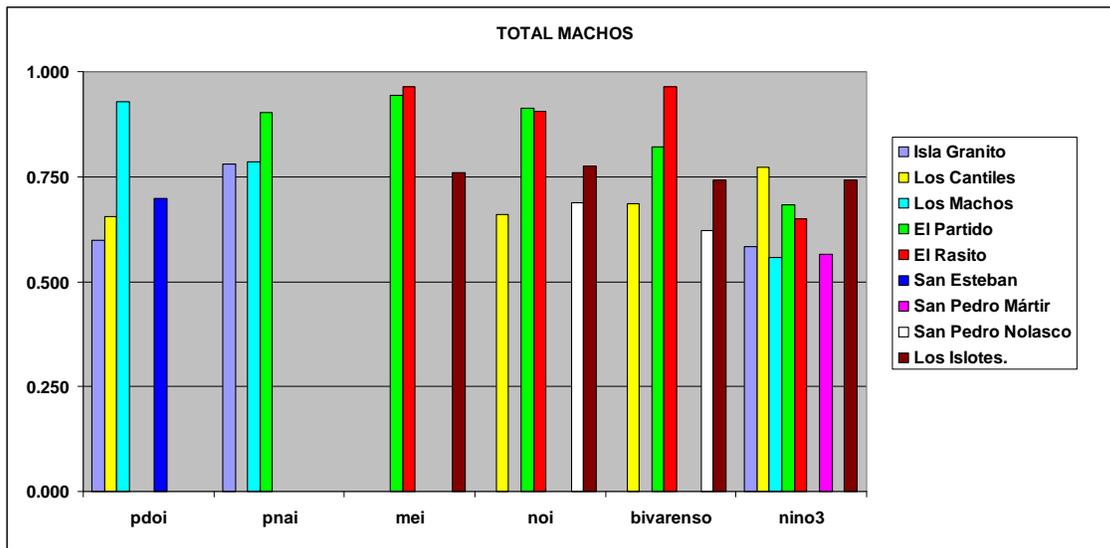


Figura 30. Gráfica de correlaciones entre el Total de machos de todas las loberas y los índices climáticos.

Para el total de hembras, es notorio que el PDOI no presenta correlación; El PNAI presento a la lobera Los Machos, con una correlación ligeramente superior a 0.5 y a la lobera El Partido con una correlación mucho mayor a 0.75; El MEI por otra parte, presento una correlación mayor a 0.5 y 3 superiores a 0.75; El NOI presento la misma situación que el índice anterior, pero resalta la lobera El Rasito con una correlación de 0.99, situación semejante al índice BivarENSO, quien presenta el mismo numero de correlaciones que los dos índices anteriores, incluso coincidiendo en las mismas loberas, siendo nuevamente El rasito La lobera con una correlación de 0.97; en contraparte los datos del Nino3, 4 correlaciones

superiores a 0.5 y solo una ligeramente mayor a 0.75. Esto hace palpable que las hembras a diferencia de los machos, son más vulnerables a fenómenos climáticos de menor duración, pero sus loberas son afectadas de igual manera por estos (figura 31)

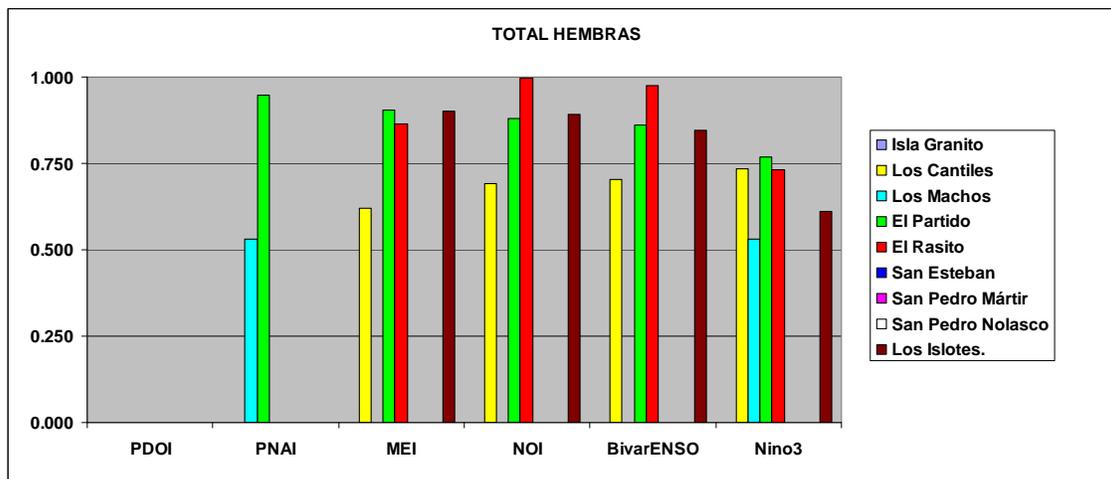


Figura 31. Gráfica de correlaciones entre el Total de Hembras de todas las loberas y los índices climáticos.

El análisis de correlación para las Crías Macho, mostró que este estadio de edad y sexo tiene correlación con el PDOI superior a 0.5 solo en 3 de las 9 loberas analizadas, pero con el PNAI, presentó una lobera con correlación superior a 0.5 y 6 mas con correlación superior a 0.75, presentándose San Pedro Nolasco como la más alta; el MEI sin embargo, tuvo 3 superiores a 0.5 y 2 muy por encima de 0.75, destacando la lobera Los Machos con 0.96; el NOI registró solo una lobera con correlación mayor a 0.5 y nuevamente Los Machos fue la lobera con correlación superior a los 0.90; el BivarENSO mostró 2

loberas con correlación superior a 0.5 y una mayor a 0.75; Los datos del Nino3, se mostraron con 4 loberas superiores a 0.5 y 2 superiores a 0.75, destacando nuevamente Los Machos con una correlación superior a 0.90 (figura 32).

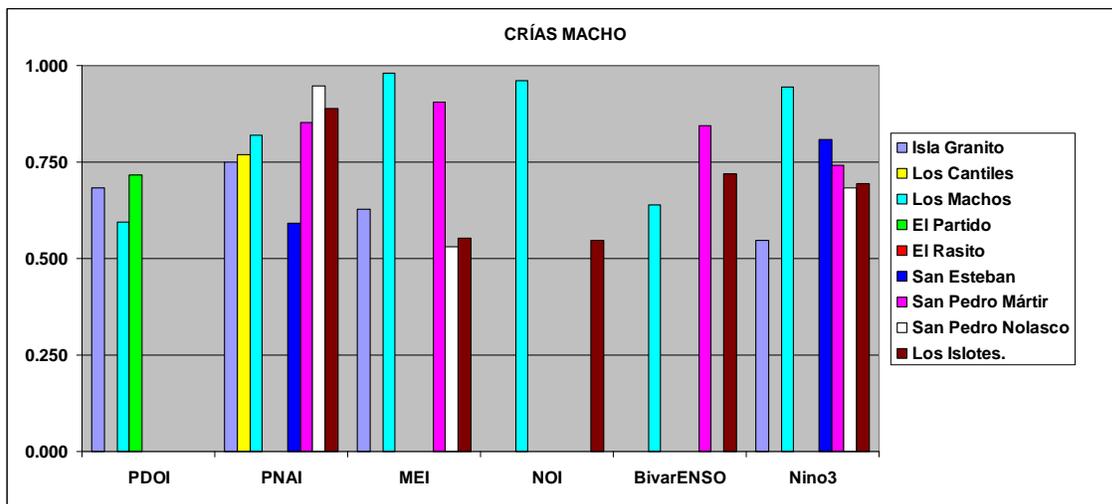


Figura 32. Gráfica de correlaciones entre Crías Macho de todas las loberas y los índices climáticos.

Las Crías Hembra tuvieron correlación con el PDOI superior a 0.5 solo en 2 de las 9 loberas analizadas y mayor a 0.75 solo en una, siendo esta la lobera de San Pedro Nolasco; el PNAI, presentó 4 loberas con correlación superior a 0.5 y 3 mas con correlación superior a 0.75, presentándose Los Cantiles como la más alta; el MEI sin embargo, tuvo 3 superiores a 0.5 y 1 muy por encima de 0.75, siendo nuevamente San Pedro Nolasco la que destacó; el NOI registró 4 loberas con correlación mayor a 0.5 y 2 con superior a

0.75, destacando esta vez la lobera San Esteban; el BivarENSO mostró una lobera con correlación superior a 0.5 y 4 con correlación mayor a 0.75; Los datos del Nino3, se mostraron con 2 loberas superiores a 0.5 únicamente (figura 33).

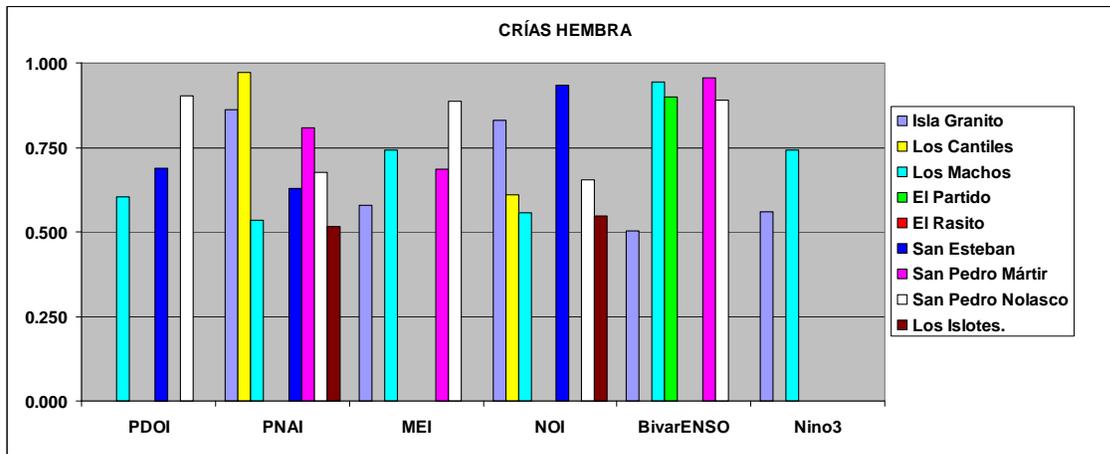


Figura 33. Gráfica de correlaciones entre Crías Hembra de todas las loberas y los índices climáticos.

Para El caso de los Juveniles Macho el panorama cambió drásticamente, ya que tuvieron correlación superior a 0.75 con el PDOI solo en 3 de las 9 loberas analizadas; el PNAI, presentó una lobera con correlación superior a 0.5 y 6 con correlación superior a 0.75, presentándose El Rasito con correlación de 0.99; el MEI también tuvo una superior a 0.5 y 4 por encima de 0.75, siendo Isla Granito la que destacó; el NOI registró 4 loberas con correlación mayor a 0.5 y una con superior a 0.75, destacando esta vez la lobera San Pedro Martir; el BivarENSO mostró 3 loberas con correlación

superior a 0.5 y 3 con correlación mayor a 0.75; Los datos del Nino3, se mostraron con 3 loberas superiores a 0.5 y 5 con correlación superior a 0.75 (figura 34).

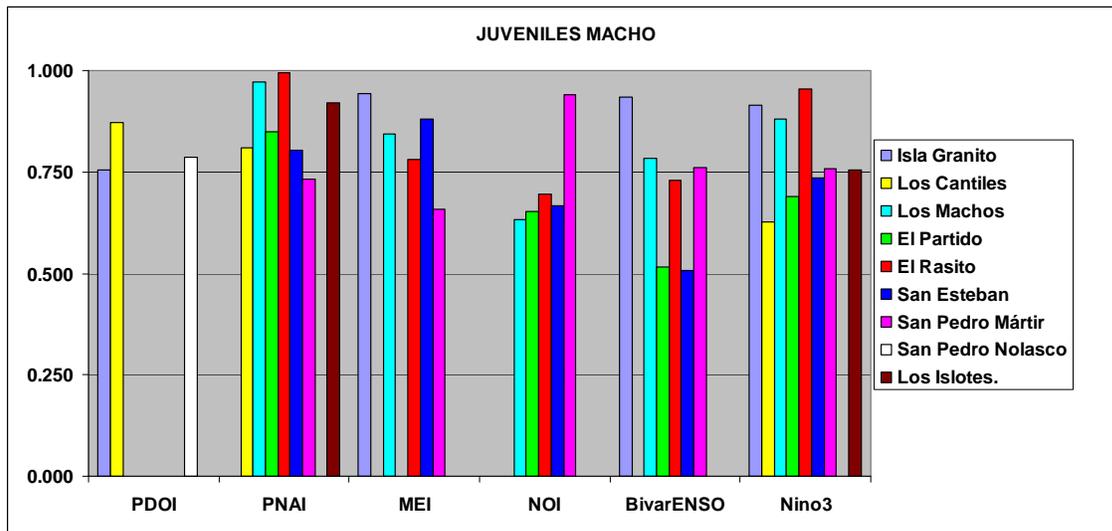


Figura 34. Gráfica de correlaciones entre Juveniles Macho de todas las loberas y los índices climáticos.

Los Juveniles Hembra tuvieron correlación superior a 0.5 con el PDOI solo en 2 de las 9 loberas analizadas y 3 mayores a 0.75; el PNAI, presentó 3 loberas con correlación superior a 0.5 y 4 con correlación superior a 0.75, presentándose El Rasito con correlación superior a 0.9; el MEI tuvo 5 superiores a 0.5 y solo una ligeramente por encima de 0.75; el NOI registró 2 loberas con correlación mayor a 0.5 y 3 con superior a 0.75, destacando las loberas San Pedro Mártir y Los Machos con 0.9; el BivarENSO mostró 3 loberas con correlación superior a 0.5 y 2 con correlación mayor a 0.75; Los datos del Nino3,

se mostraron con 2 loberas superiores a 0.5 y 5 con correlación superior a 0.75 (figura 35).

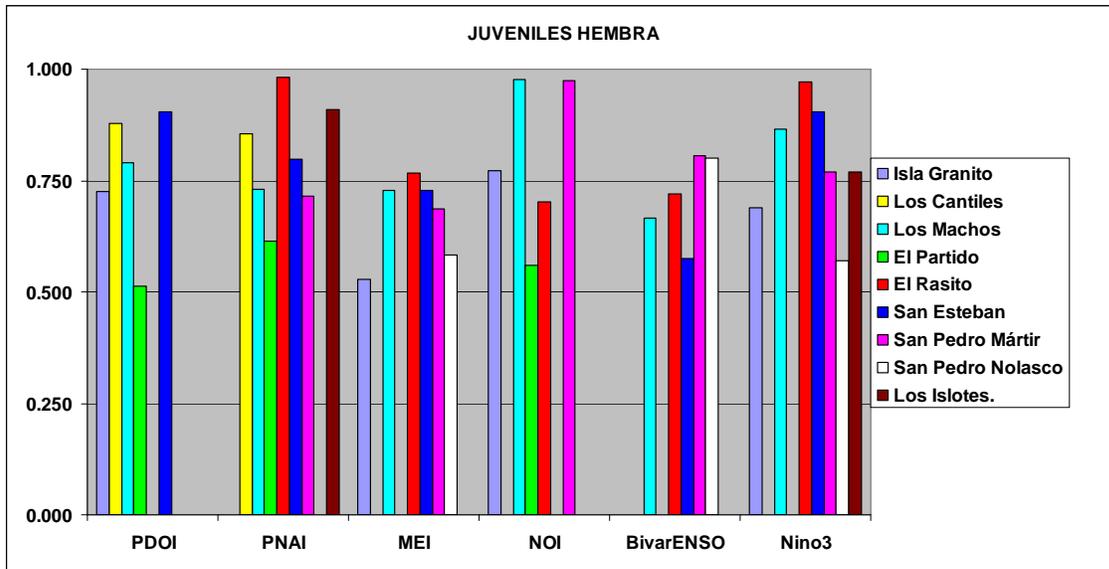


Figura 35. Gráfica de correlaciones entre Juveniles Hembra de todas las loberas y los índices climáticos.

Los Subadultos Macho se correlacionaron en una lobera con valor superior a 0.5 con el PDOI y una con valor mayor a 0.75; el PNAI se correlaciono con todas las loberas, presentó 6 loberas con correlación superior a 0.5 y 3 con correlación superior a 0.75, presentándose El Rasito con la mayor correlación; el MEI tuvo 4 superiores a 0.5 y solo una mayor de 0.75; el NOI registró 2 loberas con correlación mayor a 0.5 y 2 con superior a 0.75, cabe señalar que la lobera San Pedro Mártir destacó con 0.98; el BivarENSO mostró 3 loberas con correlación superior a 0.5 y 3 con correlación mayor a

0.75; Los datos del Nino3, se mostraron con una lobera superior a 0.5 y 5 con correlación superior a 0.75, sobresaliendo El Partido y Los Islotes con una correlación de 0.98 (figura 36).

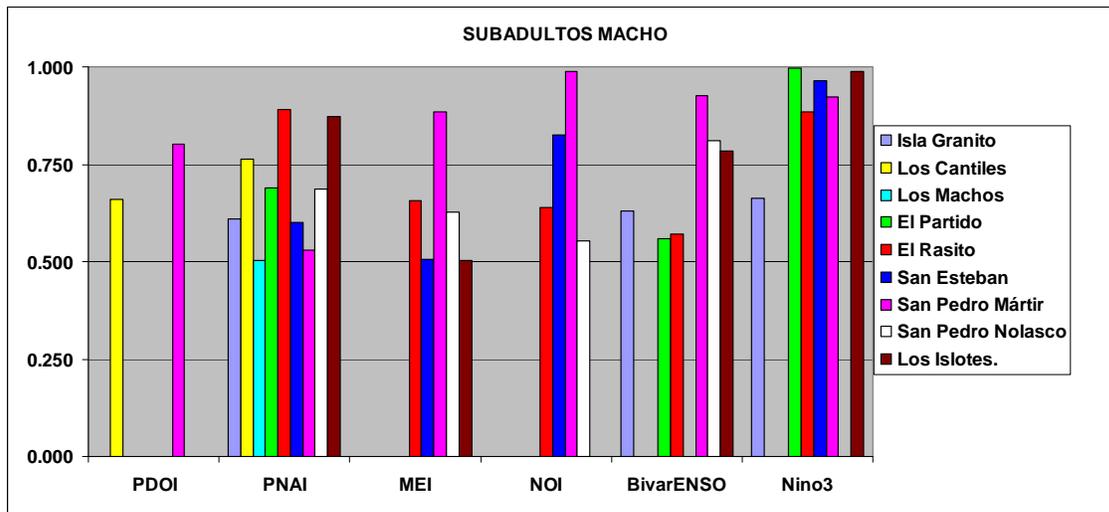


Figura 36. Gráfica de correlaciones entre Subadultos Macho de todas las loberas y los índices climáticos.

Para los adultos Macho se observó correlación de 0.5 en una lobera con el PDOI y 3 con valores mayores a 0.75; el PNAI se correlaciono en 3 loberas con valores superiores a 0.5 y solo una con correlación superior a 0.75, presentándose El Rasito con la mayor correlación; el MEI tuvo una correlación de a 0.5 y 3 mayores a esta, y solo Isla Granito con mayor de 0.75; el NOI registró 2 loberas con correlación mayor a 0.5 y nuevamente Isla Granito con superior a 0.75; el BivarENSO mostró 5 loberas con correlación superior a 0.5 y 2 con correlación mayor a 0.75, resaltando Los Cantiles con una correlación

de 0.97; Los datos del Niño3, se mostraron con 2 loberas superiores a 0.5 y 3 con correlación superior a 0.75, (figura 37).

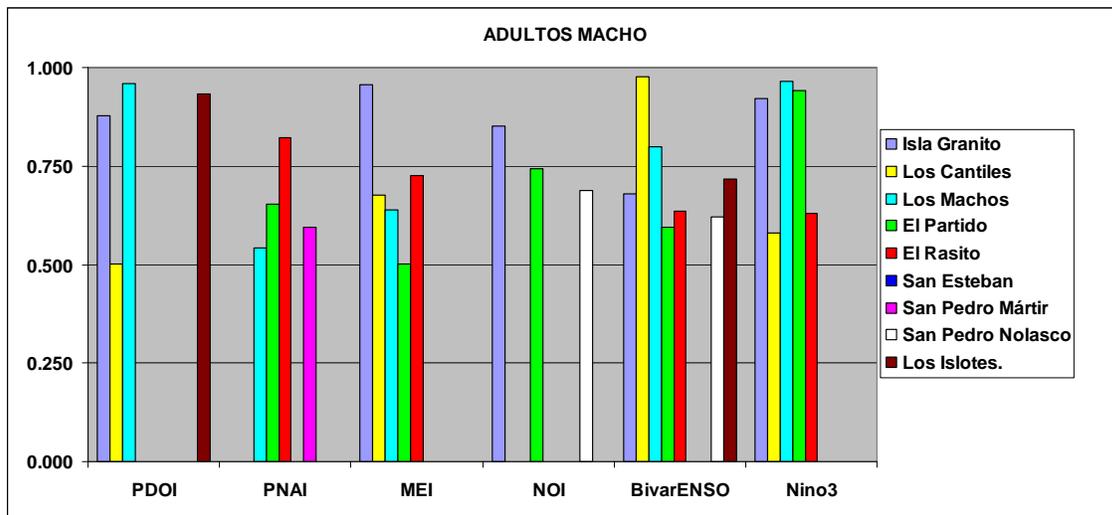


Figura 37. Gráfica de correlaciones entre Adultos Macho de todas las loberas y los índices climáticos.

Los Adultos Hembra presentaron correlación con el PDOI en una lobera con valor ligeramente superior a 0.5 y en la lobera Los Cantiles con 0.98; el PNAI se correlacionó en 3 loberas con correlación superior a 0.75, sin embargo, en la lobera Los Machos se registró una con correlación de 0.98; el MEI presentó una correlación mayor a 0.5 y 2 con superior a 0.75; el NOI registró 3 loberas con correlación mayor a 0.75; el BivarENSO mostró una lobera con correlación ligeramente menor a 0.75 y una con correlación poco mayor a 0.75; Los datos del Niño3, se mostraron con 3 loberas

superiores a 0.5 y solo una con correlación superior a 0.75, (figura 38).

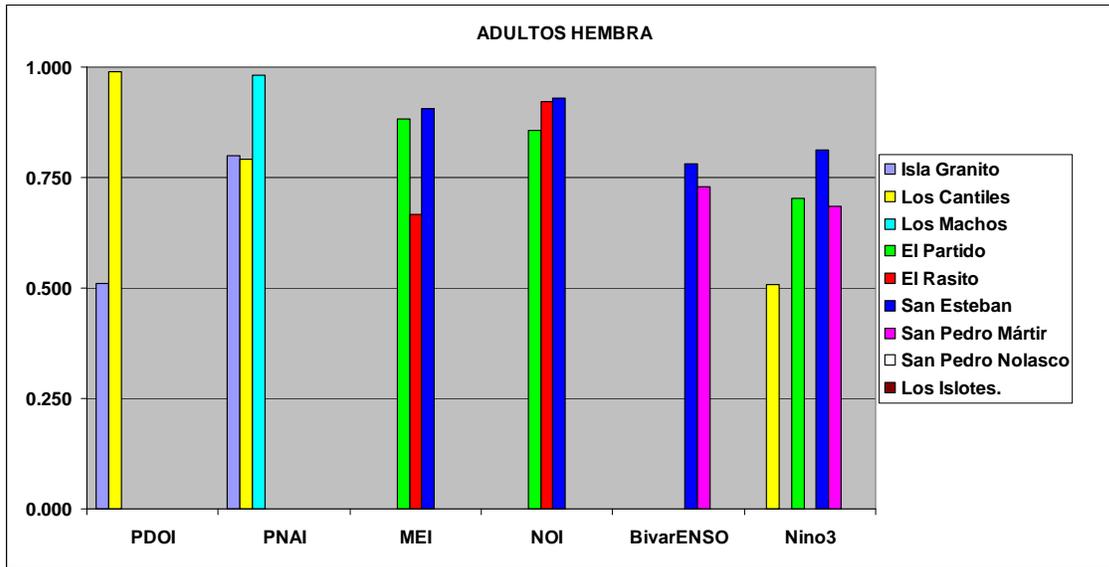


Figura 38. Gráfica de correlaciones entre Adultos Hembra de todas las loberas y los índices climáticos.

Los resultados del análisis de correlación (r_2), con una $p \leq 0.05$, entre los residuales demográficos de cada uno de los estadios de edad y sexo, de cada colonia reproductiva y las variaciones máximas y promedio de concentración de clorofila "a", anuales y por cada estación del año, previas a los muestreos, desde 1979 hasta el 2004, registró que para la lobera El Partido, el Total de Machos presentó correlación con la concentración promedio de primavera y verano, siendo esta última un poco más alta; el Total de Hembras presentó su mayor correlación con la concentración máxima de clorofila "a" en la

estación de Verano; para el caso de las Crías Macho, la mayor correlación se dio con el promedio anual de las concentraciones sin embargo, también presentó altas correlaciones con la estación de invierno; las Crías Hembra, presentaron su mayor correlación con la estación de Primavera; los Juveniles Macho, presentaron la correlación mayor con las concentraciones Máximas Anuales, siendo esta negativa y a su vez se correlaciona de manera positiva con los promedios de Primavera; los Juveniles Hembra, presentaron su correlación máxima con las concentraciones Promedio Anuales, siendo esta negativa y también presenta una correlación negativa alta con las Máximas del Verano; los Subadultos Macho mostraron la correlación más alta con las concentraciones máximas del Verano; Para los Adultos Macho se registró correlación mayor con las concentraciones promedio de la primavera; Por ultimo, para los Adultos hembra se pudo observar la mayor correlación con las concentraciones máximas del Otoño, seguida muy de cerca por la promedio anual. (Tabla 2).

Tabla 2. Correlaciones entre la concentración máxima y promedio de clorofila “a” anual y de cada estación del año, y los residuales de cada una de las categorías de edad y sexo en El Partido.

El Partido										
	Oto.	Oto.	Inv.	Inv.	Prim.	Prim.	Ver.	Ver.	Anual	Anual
	Max	Prom	Max	Prom	Max	Prom	Max	Prom	Max	Prom
Total Machos						0.90		0.91		
Total Hembras						0.76	0.93	0.79		
Crías Macho			0.82	0.85					0.72	0.99
Crías Hembra					0.78					
Juveniles macho						0.80		-0.74	-0.88	-0.78
Juveniles hembra						0.81	-0.88	-0.71	-0.78	-0.90
Subadultos macho	-0.85					0.74	0.82	0.75		
Adultos macho	0.86					0.90				
Adultos hembra	0.99				0.89		0.74	0.75		0.97

En la lobera San Pedro Mártir, el Total de Machos presentó correlación con la concentración promedio de primavera; el Total de Hembras presentó su mayor correlación con la concentración promedio de clorofila “a” en la estación de Otoño, siendo esta negativa; para el caso de las Crías Macho, la mayor correlación se dio con la concentración promedio del Invierno; las Crías Hembra, presentaron su mayor correlación con la concentración máxima del

Verano sin embargo, también presento una correlación alta con el promedio de Invierno; los Juveniles Macho, presentaron la correlación mayor con las concentraciones Máximas del Otoño y una correlación negativa con el máximo de invierno; de manera similar los Juveniles Hembra, presentaron una correlación negativa con las concentraciones máximas de Invierno y a su vez se correlacionó con la máxima de Otoño de manera positiva; los Subadultos Macho mostraron la correlación más alta con las concentraciones promedio del Otoño; Para los Adultos Macho se registró correlación mayor con las concentraciones promedio del Invierno, siendo negativa; Por ultimo, para los Adultos hembra se pudo observar la mayor correlación con las concentraciones promedio del Otoño (tabla 3).

Tabla 3. Correlaciones entre la concentración máxima y promedio de clorofila “a” anual y de cada estación del año, y los residuales de cada una de las categorías de edad y sexo de San Pedro Mártir

Sp. Mártir										
	Oto.	Oto.	Inv.	Inv.	Prim.	Prim	Ver.	Ver.	Anual	Anual
	Max	Prom	Max	Prom	Max	Prom	Max	Prom	Max	Prom
Total machos					0.74	0.93				0.79
Total hembras		-0.79	-0.73	-0.73				-0.77		
Crías macho			0.81	0.98			0.87	0.80		
Crías hembra			0.73	0.87			0.91	0.86		
Juveniles macho	0.75		-0.73							
Juveniles hembra	0.73		-0.74							
Subadultos macho		0.79		0.71						
Adultos macho		-0.72		-0.75						
Adultos hembra		-0.79								

La lobera Los Machos, mostró que para el Total de Machos y el Total de Hembras se presentó correlación negativa con la concentración máxima de primavera, aunque también presentó correlación con el promedio anual; las Crías Macho y las Crías Hembra, la mayor correlación se dio con la concentración promedio anual, sin embargo la estación del año con mayor correlación fue el Otoño; los Juveniles Macho, presentaron la correlación mayor con las concentraciones

promedio de Primavera; los Juveniles Hembra, presentaron correlación con las concentraciones Promedio de Invierno; los Subadultos Macho mostraron la correlación más alta con las concentraciones promedio de Primavera de modo negativo, seguido por la correlación; Para los Adultos Macho se registró correlación mayor con las concentraciones promedio del Invierno; Por último, para los Adultos hembra se pudo observar la mayor correlación con las concentraciones promedio del Otoño (tabla 4).

Tabla 4. Correlaciones entre la concentración máxima y promedio de clorofila “a” anual y de cada estación del año, y los residuales de cada una de las categorías de edad y sexo de Los Machos.

Los Machos										
	Oto. Max	Oto. prom	Inv. Max	Inv. Prom	Prim. Max	Prim prom	Ver. max	Ver. prom	anual max	anual prom
Total machos	0.71				-0.85					0.77
Total hembras	0.76				-0.86					0.74
Crías macho	0.83	0.88	0.80				0.80	0.71		0.96
Crías hembra	0.81	0.88	0.80				0.80	0.72		0.97
Juveniles macho						0.89				
Juveniles hembra				0.77						
Subadultos macho			0.86			-0.88	0.80		-0.81	
Adultos macho			0.87	0.96	0.79	0.81				
Adultos hembra		0.95						0.77		

En Isla Granito, el Total de Machos se correlacionó con las concentraciones Máximas de Primavera; el Total de Hembras presentó su mayor correlación con la concentración promedio en la estación de Invierno; para el caso de las Crías Macho, la mayor correlación se dio con la concentración promedio del Invierno; las Crías Hembra, presentó su mayor correlación con la concentración máxima del Otoño; los Juveniles Macho, presentaron la correlación mayor con las concentraciones promedio de Primavera y correlación con el máximo de Otoño; los Juveniles Hembra, presentaron una correlación con las concentraciones promedio de Otoño; los Subadultos Macho mostraron la correlación más alta con las concentraciones máximas de Verano; Para los Adultos Macho se registró correlación mayor con las concentraciones máximas anuales; en los Adultos hembra se pudo observar la mayor correlación con las concentraciones promedio de Primavera (tabla 5).

Tabla 5. Correlaciones entre la concentración máxima y promedio de clorofila “a” anual y de cada estación del año, y los residuales de cada una de las categorías de edad y sexo en Isla Granito.

Isla Granito										
	Oto.	Oto.	Inv.	Inv.	Prim.	Prim.	Ver.	Ver.	anual	anual
	Max	Prom	Max	Prom	Max	Prom	Max	Prom	max	prom
Total machos				0.77	0.86					
Total hembras	0.73			0.96						
Crías macho	0.90			0.94						0.86
Crías hembra	0.94			0.72						0.81
Juveniles macho	0.83				0.80	0.87				-0.72
Juveniles hembra		0.92								
Subadultos macho		0.80		0.74		0.75	0.96	0.92		0.73
Adultos macho	0.76					0.75			0.94	
Adultos hembra					0.88	0.97		-0.84		0.78

La lobera Los Cantiles, el Total de Machos se correlacionó con las concentraciones promedio del Verano; el Total de Hembras presentó su mayor correlación con la concentración promedio anual; para el caso de las Crías Macho y las Crías Hembra, la mayor correlación se dio con la concentración promedio del Otoño; los Juveniles Macho, presentaron la correlación mayor con las concentraciones máximas Anuales; los Juveniles Hembra, presentaron una correlación con las

concentraciones promedio de Verano; los Subadultos Macho mostraron la correlación más alta con las concentraciones promedio de Verano; Para los Adultos Macho se registró correlación mayor con las concentraciones promedio del Verano; en los Adultos hembra se pudo observar la mayor correlación con las concentraciones máximas de Otoño (tabla 6).

Tabla 6. Correlaciones entre la concentración máxima y promedio de clorofila “a” anual y de cada estación del año, y los residuales de cada una de las categorías de edad y sexo en Los Cantiles.

Los Cantiles										
	Oto.	Oto.	Inv.	Inv.	Prim.	Prim.	Ver.	Ver.	anual	anual
	max	prom	Max	Prom	Max	prom	max	prom	max	prom
Total machos								-0.83		
Total hembras										0.72
Crías macho		0.97			0.70	0.93	0.94	0.94		
Crías hembra		0.80	0.71							
Juveniles macho	0.88	0.80		0.78	-0.76	-0.85	0.82	0.80	0.95	
Juveniles hembra	-0.74			0.95			0.95	0.98		0.94
Subdultos macho							-0.86	-0.91		
Adultos macho							0.91	0.99	0.96	
Adultos hembra	0.99	0.97	0.85	0.78	0.82					0.95

En El Rasito, el Total de Machos se correlacionó con las concentraciones anuales promedio sin embargo, también presentó una correlación muy alta con los máximos registrados para el Invierno; De manera similar al Total de Hembras las cuales presentaron su mayor correlación con las concentraciones máximas de Invierno ; para el caso de las Crías Macho, la mayor correlación se dio con las concentraciones máximas de primavera y Verano; las Crías Hembra se correlacionaron principalmente con el promedio del Verano; los Juveniles Macho y Hembra, presentaron la correlación mayor con las concentraciones máximas del Otoño; los Subadultos Macho mostraron la correlación más alta con las concentraciones promedio del Otoño; Para los Adultos Macho se registró correlación mayor con las concentraciones máximas anuales; en los Adultos hembra se pudo observar la mayor correlación con las concentraciones promedio de Verano (tabla 7).

Tabla 7. Correlaciones entre la concentración máxima y promedio de clorofila “a” anual y de cada estación del año, y los residuales de cada una de las categorías de edad y sexo en El Rasito.

El Rasito										
	Oto.	Oto.	Inv.	Inv.	Prim.	Prim.	Ver.	Ver.	anual	anual
	max	prom	Max	Prom	Max	prom	max	prom	max	prom
Total machos		0.76	0.98		0.75					0.99
Total hembras		0.75	0.96	0.74						0.91
Crías macho					0.85		0.85		0.75	
Crías hembra					0.86		0.78	0.98	0.73	
Juveniles macho	0.76									
Juveniles hembra	0.75		0.70							
Subadultos macho		0.98			0.87					
Adultos macho									0.90	
Adultos hembra	0.75	0.71	0.79			0.87		0.91	0.81	

En la colonia reproductiva de San Esteban, el Total de Machos y Total de Hembras las cuales presentaron su mayor correlación con las concentraciones máximas de Primavera; para el caso de las Crías Macho, la mayor correlación se dio con las concentraciones promedio anuales y promedio de Otoño; las Crías Hembra se correlacionaron principalmente con el promedio del Verano; los Juveniles Macho, Juveniles Hembra, Subadultos Macho, Adultos Macho y Adultos

hembra presentaron la correlación mayor con las concentraciones máximas de primavera (tabla 8).

Tabla 8. Correlaciones entre la concentración máxima y promedio de clorofila “a” anual y de cada estación del año, y los residuales de cada una de las categorías de edad y sexo en San Esteban.

San Esteban										
	Oto.	Oto.	Inv.	Inv.	Prim.	Prim.	Ver.	Ver.	anual	anual
	max	prom	Max	Prom	Max	prom	max	prom	max	prom
Total machos	0.76	0.70			0.97		0.83			
total hembras	0.89	0.74			0.97		0.83			
Crías macho	0.73	0.86								0.87
Crías hembra						0.77	0.88	0.95		0.81
Juveniles macho	0.74				0.97		0.83			
Juveniles hembra	0.76				0.92		0.70		0.78	
Subadultos macho					0.92		0.89			
adultos macho	0.85				0.97		0.82			
adultos hembra					0.97		0.83			

En la lobera Los Islotes, el Total de Machos se correlacionó con el Verano; el Total de Hembras presentó su mayor correlación con las concentraciones promedio anuales y muy altas en verano ; para el caso de las Crías Macho, la mayor correlación se dio con las concentraciones promedio de Invierno; las Crías Hembra se correlacionaron principalmente con las concentraciones máximas de

Primavera; los Juveniles Macho y Hembra, presentaron la correlación mayor con las concentraciones anuales promedio y presentaron muy altas en Primavera; los Subadultos Macho mostraron la correlación más alta con las concentraciones máximas del Otoño; Para los Adultos Macho se registró correlación mayor con las concentraciones máximas anuales; en los Adultos hembra se pudo observar la mayor correlación con las concentraciones máximas de Otoño (tabla 9).

Tabla 9. Correlaciones entre la concentración máxima y promedio de clorofila “a” anual y de cada estación del año, y los residuales de cada una de las categorías de edad y sexo en Los Islotes.

Los Islotes										
	Oto. max	Oto. prom	Inv. Max	Inv. Prom	Prim. Max	Prim. prom	Ver. max	Ver. prom	anual max	anual prom
Total machos						0.90	0.96	0.97		0.75
Total hembras						0.76	0.89	0.83		0.91
Crías macho			0.82	0.85						
Crías hembra					0.78		0.70	0.72		
Juveniles macho						0.80		0.74		0.86
Juveniles hembra						0.81		0.73		0.87
Subadultos macho	-0.85					0.74			-0.84	
Adultos macho	0.86					0.90	0.76	0.83	0.76	0.96
Adultos hembra	0.99				0.89				0.83	

Al realizar el análisis global de la correlación entre cada estadio de edad y sexo de cada lobera contra las concentraciones de clorofila “a” se encontró que de las 8 loberas a las que se les pudo aplicar dicho análisis, en el total de machos a 4 les afecta mas la primavera, a 3 el verano y a 1 las condiciones anuales, siendo de estas, 5 afectadas por las concentraciones promedio y 3 por las concentraciones máximas; en el total de hembras, 2 por primavera, 2 por invierno, 2 por anuales, 1 por otoño y 1 por el verano, 5 de estas por las concentraciones promedio y 3 por las concentraciones máximas; en las crías macho, 3 por las anuales, 3 por el invierno, 1 por otoño, 1 por verano, de las cuales 7 son afectadas por las concentraciones promedio y 3 por las máximas; en las crías hembra, 3 por verano, 2 por otoño, 2 por primavera y una por anuales, de las cuales 4 son afectadas por las concentraciones máximas y 4 por las concentraciones promedio; para los juveniles macho, 3 por las anuales, 3 por la primavera y 2 por el otoño, de las cuales también 4 están afectadas por las concentraciones máximas y 4 por las promedio; En los juveniles hembra, las anuales, el invierno y el otoño afectan a 2 loberas cada uno, 1 se ve afectada por la primavera y otra por el verano, en las cuales las concentraciones máximas afectan a 3 y las promedio afectan a 5; los subadultos macho mostraron 3 en verano, 3 en otoño y 2 en primavera, de las cuales 4 son afectadas por las concentraciones máximas y 4 por las promedio; los adultos macho presentaron, 3 por las anuales, el invierno y

primavera a 2 cada una y el verano a 1, de las cuales 5 se afectan por las concentraciones promedio y 3 por las máximas; de los adultos hembra, 5 se ven afectadas por el otoño, 2 por primavera y 1 por verano, de las cuales 4 se ven afectadas por las concentraciones máximas y 4 por las promedio. Cabe señalar que en la lopera San Esteban a excepción de sus crías, todos los demás grupos de edad y sexo se ven altamente correlacionados con las concentraciones máximas de primavera.

Discusión.

El desarrollo de las 2 rutinas para el análisis de las colonias de lobo marino de California fue primordial, no solo por optimizar el trabajo con esta especie, si no por lo mencionado por Lebreton *et al.*, (1992), quienes afirman que el manejo exitoso de un recurso natural, esta basado principalmente en el conocimiento de su dinámica poblacional y que a su vez cualquier estudio poblacional, requiere del análisis cuantitativo de los parámetros de la historia de vida como: Natalidad, Edad de primera reproducción y tasas de mortalidad por edad. Datos Que fueron Facilitados por esas rutinas en el presente análisis.

Los resultados para Isla Granito mostraron fluctuaciones que traen como consecuencia que en los años en los que las hembras presentan tendencias negativas, no todos los machos logran aparearse y los que se aparean, lo hacen con un menor número de hembras por macho de la proporción sexual promedio reportada para esta especie, por ser esta especie poligínica (Auriolles, 1988). Aunque esto aparentemente favorece a la diversidad genética debido a que los miembros de generaciones futuras, lo mas probable es que pertenezcan a diferentes padres, esto no es del todo cierto ya que los machos trataran de obtener el mayor número de hembras por territorio y el desgaste energético en la defensa de estos seria mucho mayor, por ser territoriales y presentar una razón sexual de 1:14

(M:H) (Reijnders *et al.*, 1993; Aurióles-Gamboa y Zavala-González, 1994), perjudicando así el éxito reproductivo de cada macho; en los años en los que sucede lo contrario y las hembras tienen una tendencia positiva extrema, el número de machos existentes en la colonia no será suficiente para aparearse con todas las hembras por lo tanto la generación del año siguiente se verá afectada, lo cual les dará a los machos de esa colonia un mayor éxito reproductivo y a las hembras uno menor. La alta competencia por hembras y por espacio reproductivo en la lobera de Isla Granito, trajo como consecuencia que en los juveniles y subadultos macho, prácticamente todo el tiempo fueran menores a los esperados y esto derivara en que el número de juveniles hembra en la colonia fuera el esperado o mayor durante mucho tiempo (figura 6).

En Los Cantiles, al ver los estadios de edad por separado, podemos entender que las necesidades metabólicas de cada estadio de edad, así como el marcado dimorfismo sexual tienen consecuencias en cuanto al comportamiento de la población, ya que como mencionan Iwama *et al.*, en 1997, presentan un marcado dimorfismo sexual, donde los machos pesan entre 200 y 400 kg y miden de 2 a 2,5 m, mientras que las hembras pesan entre 70 y 110 kg y miden aproximadamente 1.5 m. Al analizar las variaciones por cada estadio de edad; para los adultos de ambos sexos, vemos que en los machos se muestra una gran sensibilidad a perturbaciones ambientales

durante casi todo el tiempo, en donde casi siempre podemos encontrar números menores a los esperados matemáticamente, aunque estas variaciones están acopladas en tiempo a las variaciones menores de las hembras adultas, lo que hace notar que esta colonia, no permite que los machos puedan aparearse con todas las hembras en edad reproductiva, por consecuencia las posibilidades de que en generaciones futuras existan problemas de endogamia para esta colonia y la posibilidad de que un gran número de hembras en edad reproductiva no queden preñadas es alta.

Lo anterior se ve reflejado en las gráficas de las crías de ambos sexos en las cuales se registró que sus variaciones se desfazan por un año a las variaciones de los machos adultos, aun así la recuperación de los mismos tiene efecto en el caso de las crías. Las hembras adultas sin embargo, se observan con un comportamiento inverso, esto debido a lo que se explico anteriormente, en donde al tener muchas hembras y pocos machos, no todas quedan preñadas, por consecuencia la generación del año siguiente, no equivale a una cría por cada hembra del año anterior y el número de crías aparece como negativo y solo se vuelve positivo hasta que el número de hembras disminuye.

Debido a que esta colonia es utilizada por la especie con fines reproductivos y a la territorialidad propia de la especie, antes mencionada, la presencia de hembras y machos juveniles, así como de subadultos macho, también estará regida de manera inversa al comportamiento de los adultos, es decir, cuando las hembras y machos adultos disminuyen su densidad, la posibilidad de espacio permite la presencia de un mayor número de organismos de estas categorías de edad, todo lo anterior nos permite pensar que la colonia reproductiva de los Cantiles, es para esta especie de pinnípedo, mas que una zona de apareamiento, es una zona de refugio y crianza, permitiendo que su densidad en esta, este regida por el comportamiento de algunas otras (figura 7).

Por ende, no se puede tomar ningún estadio de edad o sexo como indicador del estado poblacional de esta colonia, mucho menos como precursor de la tendencia o patrón de comportamiento de la misma (Figura 7).

En la lobera Los Machos, los machos adultos registraron siempre un menor número que el esperado con respecto al año anterior y en las hembras adultas los resultados mostraron variaciones mucho más drásticas, en este caso las hebras en algunos años registraron incrementos mas allá de los esperados matemáticamente, lo que

podiese traer como consecuencia hembras no preñadas para el año siguiente, como fue el caso de Los Cantiles.

Como era de esperarse el análisis de las crías macho siempre mostro números negativos aunque en algunos años menor; las crías hembra presentaron un panorama similar y en algunos años lograron tener la cantidad esperada. Esta diferencia entre sexos puede haber sido consecuencia de la mortalidad mas alta que existe en las crías macho, así como por los periodos de lactancia mas prolongados en las crías hembra, corroborando la filopatricidad siempre observada en las hembras de esta especie lo que corrobora lo descrito por Hernández-Camacho en el 2001 y por Hernández-Camacho *et al.*, (2008 y 2008^a) (figura 8).

En los juveniles macho, dadas las situaciones antes mencionadas vuelven a presentarse durante todo el periodo datos negativos con respecto a los esperados matemáticamente y en las hembras de esta misma categoría de edad aunque las variaciones son mayores y las perdidas pueden duplicar en algunos años a las de los machos. También es notorio que en algunos años se registraron cantidades mayores a las esperadas, esto pude ser consecuencia de que algunas de ellas alcanzan por primera vez la madures sexual (hembras nulíparas) y aprovechan los espacios ocasionados por la escases de hembras para intentar aparearse, siendo que estas no competirán en

ese año por espacios de crianza ni por la cantidad de alimento requeridas por las hembras que en ese momento amamantan a sus crías, dado el fenómeno de filopatría antes mencionado para este sexo, esto se explica mejor con lo reportado por Hernández-Camacho (2001) quien registró en la colonia Los Islotes que el 60% de los machos y el 75% de las hembras regresan al mismo sitio año con año.

De modo similar a las hembras juveniles, los machos subadulto de esta lobera aunque siempre se presentaron en números negativos, tienen periodos en los que esto es mínimo, lo que permite suponer que muchos de estos, también llegados a la madures sexual por primera vez y sin contar con la talla y peso necesarios para competir con los adultos por espacios reproductivos y hembras, intentaran aparearse con las hembras menos vigiladas. Todo lo anterior otorga la idea de que esta lobera puede ser una de las principales exportadoras de organismos de esta especie, lo que puede estar ocasionado por lo que concluye García-Rodríguez en 1999; que existen colonias que después de la temporada de reproducción disminuyen su población y otras que aumentan, lo anterior debido a la llegada de individuos a los lugares más productivos en alimentos, participando en estos movimientos: hembras adultas sin crías, machos adultos y subadultos, resaltando la posibilidad de que estos cambios y movimientos poblacionales sean dados por los cambios en

la disponibilidad de dos presas en particular, la sardina Monterrey y la anchoveta bocona. (Figura 8).

En El Partido, las hembras adultas, superan el número de machos reproductivos, lo que de igual manera que en los casos anteriores, origina que no todas estas puedan aparearse y por consecuencia aportar crías el año siguiente y aumentando la posibilidad de endogamia en generaciones futuras, aunque también permitió ver que el dominio de los machos en esta lobera es estable haciéndonos pensar que los territorios de apareamiento de cada macho están bien definidos, reafirmando la territorialidad mencionada en los párrafos anteriores, propia de una especie poligínica.

Sin embargo el análisis de las crías tanto de machos como de hembras, mostró que el número de estas la mayor parte del tiempo es menor al esperado, esta perdida no es mayor a los 50 individuos, esto por un lado nos indica que no todas las hembras del año anterior paren al año siguiente y que no todas las hembras que llegan en ese año paren en esta lobera, lo cual puede estar indicando un gran arribo de hembras nulíparas, así como que muchas de las hembras que se aparearon el año anterior, no lograron la implantación del embrión en la temporada de invierno, esto a consecuencia de condiciones ambientales adversas o poco propicias para la

alimentación de la cría del año anterior; por otro lado nos reitera la imposibilidad de los machos de aparearse con tantas hembras en la lobera (figura 9).

La escases de machos adultos, el gran numero de hembras y la menor cantidad de crías, permite suponer que en esta lobera la disponibilidad de recursos como espacio y alimento, pueden permitir el arribo de individuos de otras loberas, esto se ve reflejado en los años de 1985 a 1997, en donde el numero de juveniles tanto hembras como macho se incrementa muy por encima de lo esperado; de igual manera el número de subadultos macho refleja la falta de machos adultos y la gran disponibilidad de hembras reproductivamente activas, incrementando su número ligeramente superior a lo esperado (figura 9).

En la colonia reproductiva El rasito al parecer la proporción sexual siempre se mantiene dentro de lo reportado por Auriolos-Gamboa y Zavala-González (1994) alrededor 14 hembras por macho, lo que nos permitiría creer una relativa estabilidad en la colonia, como ya se menciono en párrafos anteriores es necesario analizar esta situación por estadios de desarrollo en ambos sexos (Figura 10).

En San Esteban los datos permitieron pensar que esta lobera por sus características ambientales, permite ser receptora de hembras adultas provenientes de otras colonias reproductivas que en su momento no pudieron sostener la densidad ahí creada y se vieron obligadas a desplazarse a otros sitios donde poder parir su nueva generación. Esto demuestra que el fenómeno de filopatria antes mencionado solo se da en el caso de que el ambiente sea favorable para la crianza y que en caso contrario, la mortandad de las crías termina con esta relación entre el lugar y la hembra preñada reafirmando lo mencionado por García-Rodríguez y Auriolés (2004) sobre los desplazamientos por alimentación.

Pese a lo anterior al analizar las crías de ambos sexos en este lugar, es notorio que el número de crías macho siempre es menor al esperado y en las crías hembra en algunos años es el esperado con respecto a las hembras adultas registradas el año anterior y en otros presenta pérdidas de organismos. Este dato nos permitió inferir que muchas de las hembras que arriban a esta lobera son hembras nulíparas o en su defecto son hembras adultas que perdieron la cría del año anterior o simplemente las condiciones no permitieron la implantación del embrión y solo llegan a esta colonia a aparearse en esta temporada además de reafirmar lo encontrado en el cálculo de la mortalidad, en donde las crías macho se ven más afectadas que las hembras, dato que coincide con lo encontrado por Hernández-

Camacho (2001) y Hernández-Camacho *et al.* (2008 y 2008a) (figura 11).

Como consecuencia de lo anterior, el número de juveniles macho todos los años es menor al esperado ya que al ser una colonia reproductiva y tener tanto arribo de hembras adultas la competencia por espacio y alimento es severa, similar a lo descrito por Bailleul *et al.*, (2005) quienes reconocen que las hembras alternan entre períodos de amamantamiento y de alimentación en el mar, por lo que deben restringir su comportamiento alimentario espacial y temporalmente, y así, el tiempo y el gasto energético son sus principales limitaciones; los juveniles hembra aunque en la mayoría de los años presentaron fase negativa, por lo antes mencionado para los machos, en pocos años se registro mas organismos que los esperados matemáticamente, esto puede corroborar la idea de que algunas hembras que por primera vez alcanzan su madures sexual y llegan a aparearse pero no compiten por territorios de alimentación y crianza además de que los machos no se alimentan por lo general durante este periodo.

Todo lo anterior trae como consecuencia que los machos subadultos aunque prácticamente en todos lo años presentó datos negativos estos fueron mucho menos drásticos que los adultos del mismo sexo y en un año fue igual a la esperanza matemática, esto podría estar

indicando que algunos de ellos, por haber llegado a la madurez sexual y aunque no tienen la talla ni el peso adecuado para competir con los machos adultos por hembras o por espacio, podrían estar aprovechando la escases de los mismos y la alta disponibilidad de hembras para aparearse (figura 11).

En San Pedro Mártir (figura 12), los datos de los machos adultos registraron en la mayor parte del periodo de muestreo números negativos excepto en tres años en los que su número fue el esperado matemáticamente, estas perdidas en su etapa mas drástica no sobrepasaron los 200 individuos, esto podría estar indicando que es una colonia con un dominio por territorio reproductivo muy estable o de poca variación, dadas las características mencionadas en los párrafos anteriores, lo que podría ser contraproducente para las crías o para las nuevas generaciones, debido a que las hembras adultas mostraron una variabilidad mucho más marcada. Esto podría indicar que existe arribo de hembras de otras colonias, pero también en su momento emigración de estas debido a que posiblemente muchas de estas sean hembras nulíparas que únicamente llegan a aparearse o que muchas de estas por la escases de machos adultos no tienen la oportunidad de aparearse y como consecuencia el fenómeno de filopatría no se presenta y por ende los números se tornan negativos en los años siguientes en esta categoría de edad y sexo, este hecho ya ha sido reportado, en donde se cree que los grupos podrían

indicar que los lobos marinos están explotando zonas con diferentes condiciones oceanográficas y/o dependen de diferentes sitios de alimentación (García-Rodríguez, 1999).

Como resultado de la problemática antes mencionada y como era de esperarse las graficas tanto de crías hembras como machos son negativas, corroborando que muchas de las hembras adultas que se registran en esta colonia solo llegan a aparearse y no a parir o en su defecto una alta mortalidad de crías, dato que también corroboraría los números negativos de hembras adultas, ratificando que el fenómeno de filopatría solo esta dado por la necesidad de crianza de las hembras, de igual manera que se ha encontrado en otras especies de Pinnípedos como el lobo marino de Steller (*Eumetopias jubatus*) (Merrick y Loughlin, 1997), el lobo fino Antártico (Boyd *et al.* 1998; Bonadonna *et al.* 2001), el lobo fino del norte (Robson *et al.*, 2004) y la foca gris (*Halichoerus grypus*) (Sjöberg y Ball, 2000) debido a que es energéticamente económico y más rápido alimentarse cerca de la colonia. Por ello, existiría también una fidelidad a los sitios de alimentación (figura 12).

El dominio de los machos adultos antes mencionado, la poca capacidad ambiental para sostener la abundancia de esta colonia o en su defecto la variabilidad ambiental poco propicia para el éxito de esta especie en esta colonia, podrían ser algunos de los factores que

podrían estar siendo verificados por los datos negativos permanentes en juveniles macho y hembra, así como en los subadultos macho, por ser esta lobera una colonia reproductiva con alta competencia por los recursos espacio y alimento (figura 12).

En San Pedro Nolasco aunque el periodo de muestreo fue menor, este mostró que en el total de machos los resultados prácticamente fueron negativos todo el tiempo, aunque en el total de hembras la pérdida máxima fue similar los periodos de grandes pérdidas fueron mayores, por lo tanto podría esperarse que la mayor escasez de hembras con respecto a los machos probablemente ocasione una mayor variabilidad genética por la proporción sexual, trayendo como consecuencia a largo plazo una mayor sobrevivencia de la especie y la exportación de individuos a otras loberas (figura 13).

Los adultos macho de esta lobera, si bien presentan datos negativos en la mayor parte del muestreo, de manera similar a la lobera anterior esto podría estar indicando territorios reproductivos bien dominados.

De modo contrario en las hembras adultas las variaciones en sus abundancias se registraron en algunos casos de negativos a positivos en el lapso de 2 años, trayendo a relucir la posibilidad de que el ambiente sea muy variable y poco favorable para la crianza,

disminuyendo el fenómeno de filopatría como se mencionó en párrafos anteriores (figura 13).

Como era de esperarse las crías macho durante todo el muestreo se mostraron en fase negativa; las crías hembra sin embargo mostraron periodos de pérdidas alrededor pero en nueve años presentaron los datos esperados matemáticamente. Esto por un lado corrobora la mortalidad más alta en las crías macho y por otro verifica que no todas las hembras que arriban a esta loba paren y que muchas de las que se aparean ahí no regresan a parir, ya sea porque las condiciones ambientales de la misma no sean propicias para la crianza o bien por que la implantación del embrión no se dio en su momento (figura 13).

Los juveniles y subadultos macho corroboran que los machos de esta loba tienen territorios dominados y bien establecidos, ya que durante todo el periodo de análisis estos mostraron ser menos que la esperanza matemática, ya que los primeros no se aparean y los segundos aunque algunos podrían aparearse no tienen las características necesarias para competir con los machos dominantes.

Los juveniles hembra al contrario de los machos, presentan variaciones tanto negativas como positivas, esto como resultado de la escasez de hembras adultas y del prolongado periodo de lactancia

que pueden mostrar las hembras de esta categoría de edad, reiterando la posibilidad de que algunas de estas pudiesen estar por primera vez aptas para el apareamiento, esto no quiere decir que el producto de dicho apareamiento se logre y mucho menos que este tenga su nacimiento en esta colonia (figura 13).

Finalmente en Los Islotes, en el total de hembras y machos mostró fluctuaciones con la misma temporalidad pero con diferente magnitud siendo estas mayores en las hembras, esto debido a la filipatricidad antes mencionada asociada a este sexo (figura 14).

Al ver el análisis de los machos y hembras adultas, se notó que en ambos los periodos de decremento o incremento de los individuos fueron similares; en las hembras, el lapso negativo o de pérdida de individuos puede ocasionar que muchas de las crías sufran accidentes por los enfrentamientos entre machos, dada la necesidad de acaparar hembras. En el lapso positivo, el incremento en el número de hembras adultas causa por consecuencia un incremento en el número de crías, pese a esto la insuficiencia de machos podría provocar que algunas hembras no quedasen preñadas para el año siguiente, ya sean hembras con cría o nulíparas.

Como resultado de lo anterior se pudo observar en las crías tanto hembras como machos, que prácticamente todo el periodo de análisis

su número fue menor que el esperado, a esto se puede añadir los factores como el espacio de crianza y apareamiento, que es muy reducido y por ende no permite un incremento drástico y la posición geográfica de esta colonia ya que al ser la mas cercana a la boca del golfo, está mas expuesta a las variaciones ambientales que provengan del Océano Pacífico, ya que en la parte sur del golfo la circulación se detecta con aguas saliendo durante el invierno y entrando durante el verano con un flujo compensatorio a mayores profundidades (Beier, 1999), un ejemplo de esto es lo encontrado por Shirasago-German *et al.*, en el 2006, quien concluye que la Corriente Costera Mexicana Introduce sus aguas hasta el Golfo de California. Esta corriente transporta Agua Superficial Ecuatorial de baja densidad, alta temperatura, baja salinidad al interior del golfo, provocando una intensa y progresiva disminución en la concentración de clorofila “a” (figura 14).

Como era de esperarse, la escases de espacio y la competencia por el alimento con las hembras que se encuentran amamantando a sus crías dio como resultado que la cantidad de juveniles machos y hembras fueran menores a las esperadas todo el tiempo, permitiendo suponer que estos se desplazaron a zonas donde las oportunidades de sobrevivencia eran mayores.

Un reflejo de la situación anterior sobre todo del comportamiento de los adultos fue que el número de subadultos macho fuese errático, ya que estos aunque no tienen la talla y peso suficiente para competir con los machos adultos, como se menciona en párrafos anteriores, intentan aparearse con algunas hembras cuando estos escasean y algunas hembras adultas quedan sin protección (figura 14).

Los resultados del análisis de cada una de las colonias reproductivas del Golfo de California, mostró que la variabilidad en abundancia con respecto a cada estadio de desarrollo por cada año y por sexo, difiere entre colonias. Sin embargo, existen coincidencias en cuanto a la temporalidad de estos eventos, ya que en las gráficas fue notorio que aunque no fueron de la misma magnitud, en muchos de estos los tiempos fueron similares y en algunos casos los eventos fueron inversos, los eventos de variación en cada uno de los estadios, se distribuyeron de manera similar a las variaciones de los índices climáticos analizados (figuras 18 y 19), lo cual sugiere patrones de influencia de las características ambientales sobre los mismos grupos de edad y sexo dependiendo de sus necesidades fisiológicas y capacidades físicas de respuesta. Esto puede ser explicado con lo comentado por García-Aguilar y Aurióles-Gamboa (2003), quienes recalcan que el lobo marino de California es una especie poligínica que lleva a cabo su reproducción en tierra. La duración de la estación reproductiva es aproximadamente de 10 semanas. Esto ocasiona que

el número de machos adultos difiera dependiendo de la disponibilidad de hembras y de espacio y de la capacidad de cada macho, lo cual coincide con lo mencionado por Peterson y Bartholomew en 1967 y Heath en 1989, quienes de igual manera destacan que los machos establecen y defienden territorios y luego arriban las hembras, para dar a luz un cachorro cada año, ocasionando las necesidades ambientales antes mencionadas.

Para las hembras su variabilidad está determinada por los periodos de parto y de lactancia lo que va a ocasionar que exista una dependencia con el ambiente y por ende con la disponibilidad de alimento, por esta situación las rutinas de análisis demográfico, creadas en este trabajo son una herramienta necesaria, ya que basados en la esperanza matemática de estas poblaciones, nos permite tener un panorama más real de cual es el estado de la abundancia de hembras reproductivas y si realmente existe un decremento poblacional en ellas, a la vez que permite entender de mejor manera las fluctuaciones en sus abundancias, basados en lo mencionado por Lebreton *et al.* (1992) anteriormente citado, esto debido a que los nacimientos comienzan a fines de mayo y se extienden hasta principios de agosto y unos 5 días después del parto las hembras comienzan sus viajes de alimentación, regresando a estos territorios aproximadamente cada 1.7 a 2 días para amamantar

a sus crías, además el periodo de apareamiento ocurre entre 15 y 21 días después (Heath, 1989; García-Aguilar & Aurióles-Gamboa, 2003); por lo cual la simple observación, conteo y estandarización del número de individuos en un periodo determinado no nos podrán dar una visión real de cual es el estado de este grupo de edad y sexo.

El período de lactancia habitualmente dura de 6 meses hasta un año, aunque puede prolongarse aún más (Morales-Vela & Aguayo-Lobo, 1991), por esta situación es perceptible en el presente trabajo que, tanto las hembras como los machos, son susceptibles de diferente manera a la presión ambiental, este dato es notorio si se toman en cuenta las variaciones de concentración máxima de Clorofila “a” para cada colonia en cada en cada estación del año, previas a los muestreos, en donde se observó que para el periodo de primavera (figura 22) existen altas variaciones y concentraciones de clorofila, para este mismo periodo, Heath (1989) y García-Aguilar & Aurióles-Gamboa (2003) hacen notar que los nacimientos comienzan a fines de mayo y se extienden hasta fines de junio. Después de esta estación, es decir en el Verano, las concentraciones máximas de clorofila son las más bajas (Figura 23), los mismos autores describen que las cópulas ocurren entre 15 y 21 días después (inicios de junio a fines de julio), periodo durante el cual no se alimentan los Machos adultos y su energía es utilizada estrictamente para la actividad

reproductiva y la defensa de su territorio. Estas características y variaciones demográficas pueden estar regidas por lo que concluye García-Rodríguez (1999) que después de la temporada de reproducción existían colonias que disminuían su población y otras que aumentaban, lo anterior debido a la llegada de individuos a los lugares más productivos en alimentos, participando en estos movimientos: hembras adultas sin crías, machos adultos y subadultos, resaltando la posibilidad de que estos cambios y movimientos poblacionales sean dados por los cambios en la disponibilidad de dos presas en particular, la sardina Monterrey y la anchoveta bocona.

En la estación de Otoño y en la de Invierno, se registró que las concentraciones máximas de clorofila se incrementaron con respecto a las de verano (figuras 20 y 21), durante este periodo los machos se mueven para alimentarse para recuperar peso y así poder regresar antes del próximo período reproductivo (Aurioles-Gamboa *et al.* 1983 y García-Rodríguez, 1999), las hembras dedican su tiempo y energía a la lactancia de sus crías, y el crecimiento del nuevo embrión implantado durante el Invierno, misma estación en la que Morales-Vela & Aguayo-Lobo (1991) consideran que comienza el destete de las crías.

Lo anterior demostró que los ciclos reproductivos de esta especie están dictados por las variaciones cíclicas anuales de clorofila “a” esto es debido a lo mencionado por Trillmich y Ono (1991) y por García-Rodríguez en 1999, quienes afirman que la disponibilidad y abundancia de presas es un aspecto importante que puede afectar la abundancia regional o local de los pinnípedos. Por lo tanto estos ciclos anuales de reproducción están estrechamente ligados a los ciclos de distribución de la sardina Monterey, que durante el periodo cálido del golfo se mantienen en la zona de las grandes islas y en el periodo frío se distribuye por prácticamente todo el golfo (Lluch-Cota y Lluch-Belda, 2000), facilitando el proceso de destete y la alimentación de las crías, así como la recuperación del peso en las hembras y machos para el siguiente periodo reproductivo.

Lo anterior permitió corroborar que esta serie de fenómenos climáticos aunque sean diagnosticados de manera independiente y catalogados como particulares, la suma o diferencia de uno a más de estos o de alguno de los parámetros que los caracteriza ocasiona que estos no sean independientes y presenten influencias entre sí, pudiendo intensificar o limitar la intensidad de cada uno. Si esto sucede a una escala que abarca todo el pacífico norte es de esperarse que esta serie de fenómenos de macroescala influyan en las condiciones ambientales del Golfo de California y por lo tanto en

todos y cada uno de los organismos que en el viven de una u otra manera.

Heath *et al.* (1994) afirman que existe una estrecha relación entre la abundancia del lobo marino y la disponibilidad de presas, ya sea a través del incremento de las pesquerías y/o por la reducción de la productividad del golfo norte debido a cambios oceanográficos, fundamentando así lo observado en el análisis de correlación entre las variaciones de los índices climáticos y las variaciones entre cada uno de los estadios de edad y sexo de cada colonia reproductiva (figuras 30 a la 38), en donde destaca el hecho de que la periodicidad e intensidad de cada fenómeno climático va a afectar de manera diferencial a cada uno de dichos estadios, debido a sus necesidades fisiológicas y a sus capacidades de desplazamiento y caza. Tomando en cuenta que muchas poblaciones exhiben fluctuaciones estacionales de acuerdo a la variabilidad de sus principales presas y que algunos autores como Hammann *et al.* (1988), Lluch-Cota *et al.* (1999) y Nevárez (2000) discuten la relación entre la distribución de la sardina y algunas condiciones ambientales en el Golfo de California. Dicha variabilidad ambiental termina por afectar la pesquería y el ecosistema completo, incluyendo predadores tope (Velarde *et al.*, 2004)

La mayoría de las colonias reproductivas en el Golfo de California presentaron tendencias decrecientes en los comienzos de la década de los años 90, lo que coincide con un decrecimiento abrupto en las pesquerías de sardina, que cayeron de 292,000 ton (en 1988/89) a menos de 7,500 ton de 1991 a 1993 (Cisneros-Mata *et al.*, 1995). Es de esperarse que la variabilidad en las concentraciones de clorofila de cada colonia, se relacionen fuertemente con las fluctuaciones demográficas de cada grupo de edad y sexo de las mismas, como se registró en el análisis de correlación entre concentración de dicho pigmento y los residuales de cada lobera (tablas 2-9). Sin embargo estas no pueden comportarse de la misma manera ya que a nivel etológico, García-Aguilar y Aurióles-Gamboa (2003), reportaron que el periodo reproductivo difiere entre Los Cantiles (situada al norte de la Isla Ángel de la Guarda) y Los Islotes (situada en la Bahía de la Paz, al sur), haciendo hincapié que en el norte los nacimientos inician antes y la sincronización entre hembras es menor que en el sur.

Por todo lo anterior, el tratar de describir a cada colonia como un solo individuo resulta erróneo, ya que la variabilidad de cada grupo de edad y sexo se comporta de manera distinta para cada lobera. Además estos organismos presentan migraciones que pueden ser relativamente largas, ya que se han encontrado animales del sur del Golfo de California que llegan hasta la costa de California, Oregon y

Washington en Estados Unidos, rechazando lo concluido por Szteren (2006) y Szteren *et al.*, (2006) quienes aseveran que no se existe asociación entre la tasa de crecimiento poblacional total, ni la abundancia total o de crías, con las variables

Hernández-Camacho (2001) concluyó que en las loberas del Golfo de California las hembras son filopátricas debido a que la prolongada lactancia que puede durar de uno a tres años, las obliga a permanecer en las áreas reproductivas durante todo el año y en el caso de tener crías consecutivas, este período se extiende por largo tiempo, por lo que este grupo de edad y sexo está mas expuesto a las condiciones ambientales locales y a la disponibilidad de alimento en la región. Sin embargo también hace mención de que muchos individuos de ambos sexos los cuales fueron marcados al nacer, regresaban cada año y algunos al llegar a la etapa adulta se reproducían. Lo cual fue mencionado también por Heath en 1989 quien encontró que un porcentaje alto de machos regresan a estos mismos territorios en varias temporadas sucesivas, esto nos indica un dominio de pocos machos durante largos periodos y por ende que no todos los machos nacidos en estas colonias pueden aparearse al llegar a la etapa adulta, lo cual esta demostrado en este trabajo en donde es notable el mínimo incremento de machos en etapa adulta.

Esta diferenciación entre grupos de edad y sexo implica que para fines de manejo estos deben considerarse como distintas unidades (Schramm, 2002). No obstante, debemos tomar en cuenta que las variaciones de abundancia por cada sexo, en cada estadio de desarrollo en cada colonia, no son aislados, ya que la semejanza se da en cuanto a los periodos en que estos ocurren y que además en algunos casos, los mismos grupos de edad de diferentes colonias llegan a tener un comportamiento inverso aunque de distinta magnitud, lo cual puede estar sugiriendo movimientos locales periódicos entre colonias. Este dato es confirmado con lo mencionado por González-Suárez *et al.* (2006) quienes manejan supuestos de tasas de movimiento entre colonias de lobo marino en el Golfo de California y lo concluido por García-Rodríguez (1999) que después de la temporada de reproducción existían colonias que disminuían su población y otras que aumentaban, lo anterior debido a la llegada de individuos a los lugares más productivos en alimentos, participando en estos movimientos: hembras adultas sin crías, machos adultos y subadultos, resaltando la posibilidad de que estos cambios y movimientos poblacionales sean dados por los cambios en la disponibilidad de dos presas. El escenario que considera cada colonia independientemente (sin movimiento entre colonias) resultó con mayores probabilidades de reducción poblacional, que el escenario de 4 grupos (movimiento limitado), o considerando todas las colonias del golfo como una población (movimiento ilimitado), esto

ultimo posiblemente causado por presiones ecológicas, como respuesta a la necesidad ecológica conocida como éxito reproductivo.

Lo anterior difiere con lo propuesto por Steren y Steren *et al.* (2006), quienes concluyen que el reconocimiento de las unidades es fundamental para un manejo apropiado, porque estas son adecuadas para monitorear una población y realizar estudios demográficos, sin embargo toman a las colonias como unidades aisladas y el comportamiento poblacional de todos los grupos de edad como uno solo.

Lo más probable es que estas variaciones, sincronizadas periódicamente estén indicando una respuesta a variaciones ambientales y no particularmente que algunas colonias estén decayendo y otras aumentando drásticamente su población local, parte de esto ya fue mencionado anteriormente por Auriolles-Gamboa *et al.* (2000) quienes reconocen a *Zalophus californianus* como una especie apropiada para registrar condiciones del ecosistema, siendo bio-indicador de características ambientales específicas.

Lo anterior se verifica con las correlaciones entre las concentraciones máximas de clorofila que permiten ver que existen fenómenos

estacionales e interanuales dentro del Golfo de California que enriquecen sus aguas como los mencionados por Badan-Dagon *et al.*, (1995) y Soto-Mardones *et al.* (1999) quienes describen estos procesos de enriquecimiento. Y las concentraciones promedio de clorofila que describen los procesos contrarios o procesos de empobrecimiento como los mencionados por Shirasago-German *et al.* (2006) que provocan una intensa y progresiva disminución en la concentración de clorofila “a”, los cuales solo pueden inferirse con estas concentraciones. Ambos datos describen sus variaciones de manera sincronizada con los hábitos reproductivos anuales del Lobo marino de California dentro del golfo.

Por lo anterior se considera poco aceptable lo mencionado por Hernández-Camacho (2001) quien afirma que a consecuencia de la alta filopatría, es posible predecir que con el tiempo se han establecido áreas de alimentación específicas de cada colonia o grupo de colonias, donde los animales tendieron a la segregación geográfica y después de miles de años puedan generar una diferenciación genética. Así, la prolongada lactancia sería la causa primaria de la diferenciación genética, mientras que la filopatría y los hábitos alimentarios específicos por colonia, serían las causas secundarias, limitadas a los procesos de alimentación y reproducción discutidos anteriormente; sin tomar en cuenta las diferencias en

cuanto a necesidades y capacidades físicas y fisiológicas de cada grupo de edad y sexo y que por ende esta separación no pueda llegar a ser lo suficientemente aislada.

Lo anterior rebate lo propuesto por Maldonado *et al.* (1995) y Schramm (2002) quienes describen la existencia de tres grupos genéticamente diferentes en el Golfo de California e implica que en el contexto de manejo y conservación las poblaciones de *Z. californianus* deberían ser tratadas como unidades evolutivamente independientes debido a que constituyen poblaciones separadas genéticamente; esto puede apoyarse en lo antes mencionado, donde Aurióles-Gamboa *et al.* (1983) hicieron notorio las largas migraciones de algunos individuos de esta especie.

Aun con todo las gráficas de los datos totales de los censos durante 26 años y la variabilidad resultante de los análisis realizados en este estudio indican que es poco probable que la población total de *Z. californianus* en el Golfo de California realmente esté disminuyendo, si no que es parte de las fluctuaciones normales a lo largo del tiempo, es posible que esto sea la explicación mas probable, ya que en 1979 la población del golfo se estimó en 20,144 animales (Le Boeuf *et al.*, 1983), aumentando a 25,354 individuos en 1988 (Aurióles-Gamboa, 1988), y a 31,393 en 1993 (Aurióles-Gamboa &

Zavala-González, 1994) y por el contrario Steren en el 2006 maneja como disminución de la población, simplemente los fragmentos en el tiempo pueden estar marcando una fase del estado de la población en un momento determinado .

Por lo tanto, este trabajo ratifica que los análisis cuantitativos de tendencia poblacional pueden usarse para que la toma de decisiones de manejo se base en información científica con evidencias demostrables y sus resultados puedan ser aplicados para tomar decisiones de conservación (Gerber & Van Blaricom, 2001).

En resumen no es aconsejable considerar a cada colonia como un grupo de organismos con tendencias poblacionales similares y mucho menos pensar que un incremento en una de las colonias o decremento en otra pueda ser tomado como tasa de crecimiento o riesgo relativo de extinción independiente, como lo mencionan Steren *et al.*, (2006) quienes aseguran que la tasa de crecimiento poblacional fue mayor en Rasito, Farallón de San Ignacio y Los Islotes y mínima en Cantiles y Machos. Sin embargo, el análisis de riesgo relativo de extinción sugirió que Isla Lobos, Cantiles, Granito, Machos, Partido, Nolasco y Farallón de San Ignacio fueron las más vulnerables, mientras que Consag, San Jorge, San Esteban y Los Islotes fueron comparativamente más viables. La tasa de crecimiento

encontrada para todo el golfo indica que se trata de una población estable y la probabilidad de extinción es muy baja.

Conclusiones

Los estadios de edad por sexo de *Zalophus californianus* en el Golfo de California tienen diferentes tasas de mortalidad debido a su dimorfismo sexual determinado por sus hábitos polgínicos.

Cada grupo de edad y sexo tiene diferentes tasas de crecimiento en talla y peso, lo que trae como consecuencia, diferente vulnerabilidad a las presiones ambientales.

Cada grupo de edad por sexo de cada colonia reproductiva de *Z. californianus* presenta diferencias en cuanto su abundancia a lo largo del tiempo, influenciados por las condiciones ambientales.

Cada colonia reproductiva de *Z. californianus* en el Golfo de California presenta variaciones de diferente magnitud en su densidad pero similares en cuanto a su temporalidad, por lo que no son independientes.

Las colonias reproductivas de *Z. californianus* en el Golfo de California responden estacional e interanualmente a la variabilidad

de concentración de Clorofila “a” local y a la variabilidad ambiental global.

Los ciclos reproductivos anuales de *Z. californianus* están sincronizados con los cambios de concentración de clorofila estacionales en el Golfo de California.

Las variaciones en la estructura demográfica de las colonias dependerán de las concentraciones de Clorofila “a”, y de la variabilidad ambiental del Océano Pacífico Norte y por consecuencia de la disponibilidad de alimento.

El buen manejo de los recursos naturales deberá estar basado en el análisis de las condiciones ambientales y consecuencias locales así como las generales.

Las capacidades físicas y fisiológicas de ambos sexos permiten la sobrevivencia de la especie en las diferentes colonias reproductivas a lo largo del golfo, permitiendo su adaptación a la dinámica estacional e interanual del Pacífico Norte y del Golfo de California.

Las colonias reproductivas de *Z. californianus* en el Golfo de California presentan fluctuaciones demográficas naturales a lo largo del tiempo como cualquier grupo de organismos en este macro ecosistema sin ser estas dictadas por actividades antropogénicas.

Bibliografía

Álvarez-Borrego S., J. Rivera, G. Gaxiola, M. Acosta y R. Schwartzlone, 1978. Nutrientes en el Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 5: 53-71.

Álvarez-Borrego, S y Schwartzloze, R.A. 1979. Water masses of the Gulf of California. *Ciencias Marinas*, 6 (1,2): 43-63.

Álvarez-Borrego, S. and Lara-Lara, J.R. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. In: J.P. Dauphin and B. Simoneit (eds.), *The Gulf of California and Peninsular Province of the Californias*. American Association of Petroleum Geologists, *Memoir*, 47: 555-567.

Álvarez-Borrego, S. 2002. Physical oceanography, 1-25. En: Case, T., M. Cody & E.Ezcurra (Eds.) *Island Biogeography of the Gulf of California*. Oxford University Press.

Antonelis, G. A. y Fiscus, H. C. 1980. The Pinnipeds of the California Current. *CalCOFI Rep.* 21:68-78

Antonelis, G.A., Fiscus, C. H. y De Long, R. L. 1984. Spring and summer prey of the California sea lions, *Zalophus californianus*,

at San Miguel Island, California, 1978-79. Fishery Bulletin. 82 (1): 67-75.

Argote, M. L., A. Amador, M. F. Lavý'n, and J. Hunter. 1995. Tidal dissipation and stratification in the Gulf of California, J. Geophys. Res., 100, 16,103–16,118.

Arias-Aréchiga, J.P. 1998. Regionalización del Golfo de California: propuesta a partir de concentración de pigmentos fotosintéticos (CZCS). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz.

Aurioles G. D., Sinsel D., Alvarado E., and Maravilla O. 1983. Winter migration of the subadult male California sea lion (*Zalophus californianus*) in the southern part of Baja California. Journal of Mammalogy, 64(3):513-518.

Aurioles, D. G. 1988. Behavioral ecology of California sea lion in the Gulf of California. Tesis de Doctorado. Universidad de California, Santa Cruz. 175 pp.

Aurioles, G. D. 1997. Ecología poblacional y alimentaria del lobo marino de California en la Bahía de La Paz, Baja California Sur. Informe final para CONABIO. Mayo, 1997. 123 p.p.

Aurioles G. D., y F. García R. 1999. Fluctuaciones de la población de lobo marino y la pesquería de sardina en el Golfo de California. Resúmenes XXIV Reunión Internacional para el estudio de los Mamíferos Marinos. Mazatlán Sinaloa, 18-22 de abril de 1999.

Aurioles, D. y F. Sinsal 1988. Mortality of California sea lion pups at Los Islotes, Baja California Sur, Mexico. J. Mamm. 69(1): 180-183

Aurioles-Gamboa, D. & A. Zavala-González 1994. Algunos factores ecológicos que determinan la distribución y abundancia del lobo marino *Zalophus californianus*, en el Golfo de California. Ciencias Marinas 20(4): 535-553

Aurioles-Gamboa D., C. Godinez, M.E. Duran, F. J. García, C. J. Hernández, S. Luque, P. Miller y S. Ellis. (eds.). 1999. Conservación, Análisis y Manejo Planificado sobre los pinnípedos de México y Análisis de la viabilidad de la población y del hábitat para el lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*). Informe UICN/SSC, Conservation Breeding Specialist Group: Apple Valley, Mn, 65 p.

Aurióles-Gamboa, D., I. Castro-González, F. García-Rodríguez, S. Luque-Flores, C. Godínez-Reyes, D.M. Brousset, J. Montaña-Hirose, A. Parás, S. Montaña & F. Pérez-Gil Romo. 2000. Estado de salud de las poblaciones de lobo marino (*Zalophus californianus*) en el Golfo de California. Primer Congreso de Responsables de Proyectos de Investigación en Ciencias Naturales, CONACYT. Veracruz, México.

Badan-Dangon, A., Dorman, C.E., Merrifield, M.A. y Winant, C.D. 1991. The lower atmosphere over the Gulf of California. *Journal of Geophysical Research*, 96(16): 877–896..

Badan-Dangon, A., D. J. Koblinsky, and T. Baumgartner. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: Observations of surface thermal patterns, *Oceanol. Acta*, 8, 13–22.

Bartholomew, G. A. y Boolootian, R. A. 1960. Numbers and population structure of the pinnipeds on the California Channel Islands. *Journal of Mammalogy*. 41: 366-375.

Beier, E. 1997. A numerical investigation of the annual variability in the Gulf of California. *J. Phys. Oceanogr.* 27, 615-632.

Beier, E. 1999. Estudio de la marea y la circulación estacional en el Golfo de California mediante un modelo de dos capas heterogeneas . Ph. D. tesis. 136 pp. CICESE, Ensenada, Baja California, México.

Bigg, M. A. 1973. Census of California sea lion on southern California, Vancouver Island, British Columbia. *Journal of Mammalogy*. 54: 285-287.

Boness, D.J. y Bowen, W. D. 1996. Evolution of maternal care in pinnipeds. *Bioscience*. 46 (9): 645-654.

Bray, N. A. 1988. Water masses formation in the Gulf of California. *J. Geophys. Res.*, 93, 9223-9240.

Bray, N. A., 1988a. Thermohaline circulation in the Gulf of California, *J. Geophys. Res.*, 93, 4993– 5020.

Carretta, J.V., Forney, K.A., Muto, M.M., Barlow, J., Baker, J., and M. Lowry 2003. Draft U.S. Pacific Marine Mammal Stock Assessments: 2003. NOAA- TM- NMFS- SWSC Technical Memorandum. 307 p.

Carrillo, L. E., M. F. Lavín, y E. Palacios-Hernández. 2002. Seasonal evolution of the geostrophic circulation in the northern Gulf of California. *Es. Coast.. Shelf. Sci.*

Casas-Valdez, M. Ponce-Díaz, G., Hernández-Llamas, A., Ojeda Ruíz de la Pena, M.A., Galván-Magana, F., Guzman-Vizcarra, E., Hernández-Vazquez, S., Vélez-Barajas, A. y A. Sui-Qui 1996. Recursos pesqueros y acuícolas de Baja California Sur: Estado actual y perspectivas de aprovechamiento y desarrollo. Pp. 1-14 En: Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. Casas Valdez, M. y G. Ponce Díaz (Eds). 1. SEMARNAP, Gobierno del Estado de Baja California Sur, FAO, Instituto Nacional de la Pesca, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, UABCS, CIB, CICIMAR, CET del mar. México.

Caughley, G. 1966. Mortality patterns in mammals. *Ecology* 47(6): 906-918.

Chen, W. Y. (1982). Assessment of Southern Oscillation sea-level pressure indices. *Monthly Weather Review*, 110, 800–807.

- Cisneros-Mata, M.A., M.O. Nevárez-Martínez & G. Hammann. 1995. The rise and fall of the Pacific sardine, *Sardinops sagax caeruleus* Girard, in the Gulf of California, Mexico. CalCOFI Rep., 36: 136-143
- Cisneros-Mata M., M. Nevarez M., M. Martínez , J. Santos, A. Godínez Y G. Montemayor. 1997. Sinopsis de la pesquería de pelágicos menores del Golfo de California de 1991/1992 a 1995/1996. Inst.Nal. de Pesca, CRIP Guaymas, 89 p.
- Emilsson, I. y M. A. Alatorre. 1997. Evidencias de un Remolino Ciclónico de Mesoescala en la parte Sur del Golfo de California. in Contribuciones a la Oceanografía Física en México, Unión Geofísica Mexicana, Monografía, 3:113–139.
- Field, J.G., K.R. Clark y R.M. Warwick. 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. Mar. Ecol. Prog. Ser., 8: 37-52 pp.
- Fiscus, C. H. y Baines, G. A. 1966. Food and feeding behavior of Steller and California sea lions. Journal of mammalogy. 47 (2): 195-200.

Fry, D. H. 1939. A winter influx of sea lions from lower California. California Fish Game Bulletin. 25: 245-250.

Fryxell, J. M. 1986. Age-specific mortality: an alternative approach. Ecology 67(6): 1687-1692.

Garcia-Aguilar, M.C. & D. Aurioles-Gamboa. 2003. Breeding season of the California sea lion (*Zalophus californianus*) in the Gulf of California, Mexico. Aquatic Mammals, 29(1): 67-76.

García-Rodríguez, F. J. 1999. Cambios espaciales y estacionales en la estructura trófica y consumo del lobo marino de California *Zalophus californianus*, en la región de las grandes islas, Golfo de California. Tesis de Maestría en Manejo de Recursos Marinos. Instituto Politécnico Nacional, CICIMAR. La Paz, México. 85 p.

García-Rodríguez, F. J. y Aurioles, G. D. 2004. Spatial and temporal variation in the diet of the California sea lion (*Zalophus californianus*) in the Gulf of California, Mexico. Fishery Bulletin. 102 (1): 47-62.

Gaxiola-Castro, G., Álvarez-Borrego, S., Nájera-Martínez, S., Zirino, A.R., 2002. Internal waves effect on the Gulf of California phytoplankton. Ciencias Marinas, 28(3), 297-309.

Gentry, L. R. y Kooyman, G. L. 1986. Fur seals: Maternal strategies on land and at sea. Princetown University Press. Nueva Jersey, Estados Unidos.

Gerber, L.R. & G. Van Blaricom. 2001. Implications of three viability models for the conservation status of the western population of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*). *Biological Conservation*, 102: 261-269.

González-Suárez, M., K. McCluney, D. Aurióles-Gamboa & L.R. Gerber. 2006. Incorporating uncertainty in spatial structure for viability predictions: a case study of California sea lions (*Zalophus californianus californianus*). *Animal Conservation*, 9: 219-227

Hammann, M.G., T.R. Baumgartner & A. Badan-Dagon. 1988. Coupling of the Pacific sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) life cycle with the Gulf of California pelagic environment. *CalCOFI Rep.* 29: 102-109

Heath, C.B. 1989. The behavioural ecology of the California sea lion, *Zalophus californianus*. Tesis de Doctorado. University of Santa Cruz, California, 255p.

Heath, C. y Francis, J. 1983. California sea lion population dynamics and feeding ecology, with application for management. Results of 1981-1982 Research on Santa Barbara and San Nicolas islands. Administrative Report. No. LJ-83-04C. Southwest Fisheries Center.

Heath, C.B, K.A. Ono, D.J. Boness & J.M. Francis. 1991. The influence of El Niño on female attendance patterns in the California sea Lion, 119-128. *In*: Trillmich, F. & KA. Ono (Eds.) *Pinnipeds and El Niño*. Springer-Verlag, Berlin. 293 p.

Heath, C.B., D. Aurióles-Gamboa, M.C. García and A. Zavala. 1994. Indications of a decline in prey availability for California sea lions at Ángel de la Guarda, Baja, Mexico. Abstract. XIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. SOMEMMA, La Paz. 7 p.

Hernández-Camacho, C. J. 2001. Tabla de vida del lobo marino de California *Zalophus californianus californianus* en la lobera Los Islotes, B. C. S., México. Tesis de Maestría en Manejo de Recursos Marinos. Instituto Politécnico Nacional, CICIMAR. La Paz, México. 67 p.

- Hernández-Camacho C. J., Aurióles, G. D. y Gerber L. 2008. Age-specific birth rates of California sea lions (*Zalophus californianus californianus*) in the Gulf of California, Mexico. *Marine Mammal Science*. 24: 664–676.
- Hernández-Camacho, C. J., Aurióles-Gamboa, D., Laake, J., and L. R. Gerber. 2008a. Survival rates of the California sea lion, *Zalophus californianus*, in Mexico. *Journal of Mammalogy* 89: 1059-1066.
- Iwama, G., L. Nichol, L. Nichol and J. Ford 1997 British Columbia Salmon Aquaculture Review. Aquatic Mammals and other species. <http://www.eao.gov.bc.ca/project/aquacult/salmon/aquatic.htm>.
- Jouventin, P. y Cornet, A. 1980. The sociobiology of pinnipeds. *Advances of study in behavior*. 2:121-141.
- Kuhn, C. E., Aurióles, G. D. y Costa, D. P. 2004. Habitat utilization, diving and foraging behavior of adult female California sea lions (*Zalophus californianus*). XXIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, México. 78 pp.
- Lavaniegos-Espejo, B. E. y J. R. Lara-Lara, 1990. Zooplankton of the Gulf of California after the 1982-1983 El Niño Event: Biomass distribution and Abundance. *Pac. Sci.* Vol. 44, No. 3, pp 297-310.

- Lavín M., F. R. Durazo, E. Palacios. M. L. Argote y L. Carrillo. 1997. Lagrangian observations of the circulation in the northern Gulf of California. *J. Phys. Oc.*, 27, 2298-2305.
- Lavin, M.F., Beier, E. y Badan, A. 1997 (a). Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: Escalas estacional e interanual. En: Lavin, F. (ed.) *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*. Unión Geofísica Mexicana, Monografía No. 3. pp 141–171.
- Lavín, M.F. y Marinone, S.G., 2003. An overview of the physical oceanography of the Gulf of California. En: *Nonlinear Processes in Geophysical Fluid Dynamics*. O.U. Velasco Fuentes *et al.* (Eds). Kluwer Academic Publishers. Países Bajos. 173-204.
- Le Boeuf B.J., Aurióles G. D., Condit R., Fox C. Gisiner R., Romero, Sinsel F. 1983. Size and distribution of California sea lion population in México. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, Vol. 43 (77), 77-85 pp.
- Lebreton, J. D., K. P. Burnham, J. Clobert, and D. R. Anderson. 1992. Modeling survival and testing biological hypotheses using marked

animals: a unified approach with case studies. Ecological Monographs 62:67–118.

Lepley, L.K., Vonder Haar, S.P., Hendrickson, J.R., Calderon-Riveroll, G., 1975. Circulation in the northern Gulf of California from orbital photographs and ships investigations. *Ciencias Marinas*, 2(2), 86-93.

Lluch-Cota, S.E., Lluch-Cota, D.B., Lluch-Belda, D., Nevárez-Martínez, M.O., Parés Sierra, A. & S. Hernández-Vázquez. 1999. Variability of sardine catch as related to enrichment, concentration, and retention processes in the central Gulf of California. *CalCOFI Rep.*, 40: 184-190

Lluch-Cota, S.E. & D. Lluch-Belda. 2000. Caso de estudio sobre el uso de bases de datos ambientales de baja resolución espacial, como una alternativa para inferir hábitat de desove. *Oceánides*, 15(1): 63-65

Lluch-Cota, S.E. 2004. Gulf of California, 1-7 p. In: *Marine Ecosystems of the North Pacific*. PICES Spec. Pub. #1. 1280 pp.

Lowry, M. S., Stewart, B. S., Heath, C. B., Yochem, P. K. y Francis, J. M. 1991. Seasonal and annual variability in the diet of the

California sea lions *Zalophus californianus* at San Nicolas Island, California, 1981-1986. Fishery Bulletin. 89 (2): 331-336.

Lowry, M.S., Boveng, P., DeLong, R.J., Oliver, C.W., Stewart, B.S., DeAnda, H., and J. Barlow 1992. Status of the California sea lion (*Zalophus californianus californianus*) population in 1992. Southwest Fisheries Science Center. National Marine Fisheries Service. La Jolla, CA. Administrative Report LJ-92-32.

Lowry, M. S. y Maravilla, O. 2005. Proceedings of the Sixth California Islands Symposium, Ventura, California, December 1 – 3, 2003. National Park Service Technical Publication CHIS-05-01, Institute for Wildlife Studies, Arcata, California.

Luque, S.P. and D. Aurióles-Gamboa 2001. Sex differences in body size and body condition of California sea lion (*Zalophus californianus*) pups from the Gulf of California. Marine Mammal Science 17 (1):147-160.

Maldonado, E. J., Orta-Davila, F., Stewart, B.S., Greffen, E., y R. K. Wayne. 1995. Intraspecific genetic differentiation in California sea lions (*Zalophus californianus*) from Southern California and the Gulf of California. Marine Mammal Science, 11(1): 46-58

- Marinone, S.G. 2003. A three-dimensional model of the mean and seasonal circulation of the Gulf of California. *Journal of Geophysical Research*, 108: 21-27.
- Mate, B. 1982. History and present status of the California sea lion, *Zalophus californianus*. In: *Mammals in the Seas. Small Cetaceans, Seals, Sirenians and Otters*. pp.302-309. FAO Fisheries Series 5(4).Advisory Committee on Marine Resources Research Working Party on Marine Mammals. FAO, Rome.
- Mate, B. R. 1975. Annual migrations of the sea lions *Eumetopias jubatus* and *Zalophus californianus* along the Oregon coast. *Rapports et Proces Verbaux des Reunions Conseil International pour l'Exploration de la Mer*. 169: 455-461.
- Morales-Vela, B. & A. Aguayo Lobo. 1991. Nacimiento de y modelos de crecimiento de las crías de lobo marino y su aplicación en el manejo de este recurso. *Ciencias Marinas* 18(1): 109-123.
- Moser, G., E. H. Ahlstrom, D. Kramer y E. G. Stevens. 1974. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the, Gulf of California. *CalCOFI Rep.*, 17: 112-128.

National Oceanic and Atmospheric Administration., U.S. Department of Commerce. (fecha desconocida) Earth System Research Laboratory | Physical Sciences Division. (Base de datos en línea) disponible en internet en:

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/list/index.html>.

Nevárez, M. O. 2000. Variabilidad de la población de sardina (*Sardinops caeruleus*) en el Golfo de California, México. Tesis de Doctorado en Ciencias Marinas. CICIMAR, IPN. La Paz. 103 p.

Newsome, S. D., Koch, P., Etnier, M. A., Aurioles, G. D. 2006. Using carbon and nitrogen isotope values to investigate maternal strategies in Northeast Pacific Otariids. *Marine Mammal Science*. 22 (2): 1-18.

Newsome, S.D., M.A. Etnier, D. Aurioles-Gamboa & P.L. Koch. (in press). Using carbon and nitrogen isotopes to investigate reproductive strategies in Northeast Pacific Otariids. *Marine Mammal Science*.

Odell, D. K. 1975. Breeding biology of the California sea lion, *Zalophus californianus*. *Rapp. P.-v Reun Cons. Int. Expl. Mer.* 169: 374-378.

Odum, E. 1972. ECOLOGÍA. Nueva editorial interamericana. Tercera edición. México. 179-258.

Palacios-Hernández, E., E. Bieier, M. F. Lavín, y P. Ripa. 2002. Effect of the seasonal variations of stratification on the circulation on the northern Gulf of California. J. Phys. ocean. 32, 705-728.

Peterson, R.S. & G.A. Bartholomew. 1967. The natural history and behavior of the California sea lion. Special Publication, The American Society of Mammalogy 1, 1-79.

Porras-Peters, H., Aurióles, G. D., Cruz, V., Koch, P. 2008. Trophic level and overlap of California sea lions, *Zalophus californianus* in the Gulf of California. Marine Mammal Science. 24 (3): 554-576.

Redmond, K. T., & Koch, R. W. (1991). Surface climate and streamflow variability in the western United States and their relationship 679 to large-scale circulation indices. Water Resources Research, 27, 2381-239

Reijnders, P., Brasseur, S., Van der Toorn, J., van der Wolf, P., Boyd, I., Harwood, J., Lavigne, D., y L. Lowry. 1993. Seals, Fur Seals,

Sea lions, and Walrus. Status survey and Conservation Action Plan. IUCN/ SSC Seal Specialist Group. Gland, Switzerland. 88p.

Reynolds, J. y S. Rommel. 1999. Biology of marine mammals. Smithsonian. E.U.A. 578 p.

Reynolds, C., R. Gelaro, & T. Murphree. (1996). Observed and simulated northern hemisphere intraseasonal circulation anomalies and the influence of model bias. Monthly Weather Review, 124, 1100-1118.

Riedman, M. 1990. The pinnipeds: Seals, sea lions and walruses. Oxford University Press. Oxford. 440 p.p.

Ripa P., 1997. Towards a physical explanation of the seasonal dynamics and thermodynamics of the Gulf of California. J Phys. Oc. , 27, 597-614.

Salazar-Sparks J. (1999). Chile y la comunidad del Pacífico. Publicado por Editorial Universitaria, ISBN 956111528X, 9789561115286, 253 páginas.

Sánchez-Arias, M. 1992. Contribución al conocimiento de los hábitos alimentarios del lobo marino *Zalophus californianus* en las islas

Ángel de la Guarda y Granito, Golfo de California, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, D. F. 63 pp.

Santamaría del Ángel, E. Álvarez-Borrego, S. y Muller-Karger, F. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. *Journal of Geophysical Research*, Vol 99, no. C4, pp. 7411-7421.

SEMARNAT, 2000. Programa de manejo Complejo Insular del Espíritu Santo. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México, 194 p.

SEMARNAP, 2000. Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los pinnípedos en México. Instituto Nacional de Ecología, México, 91 p.

Schramm-Urrutia, Y. 2002. Estructura genética y filogeográfica del lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*) en aguas adyacentes a la península de Baja California, México, PhD Dissertation, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada.

Sokal, R.R. y Rohlf, F.J., 1969. *Biometría*. Ed. Blume, Barcelona, España, 587 p.

Szteren D., Aurioles D. and Gerber L. R. 2006. Population status and trends of the California sea lion (*Zalophus californianus californianus*) in the Gulf of California, México. Sea Lions of the World. Alaska Sea Grant College Program • AK-SG-06-01. 17p.

Szteren D. 2006. REGIONALIZACIÓN ECOLÓGICA DE LAS COLONIAS REPRODUCTIVAS DE *Zalophus c. californianus* EN EL GOLFO DE CALIFORNIA, MEXICO. Tesis de Doctorado en Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional, CICIMAR. La Paz, México. 180 p.

Trenberth, K. E., & Hurrell, J. W. (1994). Decadal atmospheric-ocean variations in the Pacific. *Climate Dynamics*, 9, 303–319.

Trillmich, F. & K.A. Ono. 1991. Pinnipeds and El Niño: responses to environmental stress. Springer-Verlag, Berlin. 293 p.

Velarde, E., E. Ezcurra, M.A. Cisneros-Mata and M.F. Lavín. 2004. Seabird ecology, El Niño anomalies, and prediction of sardine fisheries in the Gulf of California. *Ecological Applications*, 14(2):607-615.

Zavala-Gonzalez, A. and E. Mellink, 2000. Historical exploitation of the California sea lion, *Zalophus californianus*, in Mexico. *Marine Fisheries Review* 62(1): 35-40

Zamudio, L., P. Hogan, y E. J. Metzger. 2008. Summer generation of the Southern Gulf of California eddy train, *Journal of Geophysical Research Res.*, 113, C06020, doi:10.1029/2007JC004467.

Zeitzschel, B., 1969. Primary productivity in the Gulf of California. *Mar. Biol.* 3, 201-207.