INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

ESTRATEGIAS DE CONDUCTA DE HEMBRAS REPRODUCTORAS DE LOBO MARINO DE CALIFORNIA (*Zalophus californianus*) EN LA LOBERA LOS ISLOTES, BAHÍA DE LA PAZ, MÉXICO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

CON ESPECIALIDAD EN
MANEJO DE RECURSOS MARINOS

PRESENTA
BIÓL. MARÍA DE LA CONCEPCIÓN GARCÍA AGUILAR

La Paz, B.C.S., México. Octubre, 1999.

INDICE

Resumen 1
1. Introducción 2
2. Objetivos 4
3. Justificación 5
4. Antecedentes 6
5. Metodología 11
5.1. Área de estudio 11
5.2. Materiales y métodos 11
5.2.1. Localización de sujetos, captura, marcaje y toma de medidas 11
5.2.2. Procedimiento para la obtención de datos 14
5. 3. Procesamiento de los datos 15
5.3.1. Estimación de las características de hembras y crías 15
5.3.2. Patrones de comportamiento 16
5.3.3 Tratamiento estadístico 18
6. Resultados 20
6.1. Esfuerzo de observación 20
6.2. Estructura de la colonia 20
6.3. Características de hembras y crías 20
6.3.1. Tasa de crecimiento de las crías 20
6.3.2. Condición física de las crías 21
6.3.3. Características de las hembras 22
6.4. Patrones de comportamiento 23
6.4.1. Patrones de conducta individual en tierra 23
6.4.2. Patrones de conducta social 25
6.4.3. Patrones de asistencia materna 27
6.4.4. Periodo perinatal y patrones de conducta individual en agua (viajes de alimentación) 30
7. Discusión 33
8. Conclusiones 39
9. Recomendaciones 40
10.Bibliografía 41
Anexo 1 47
Glosario 48

Listado de Tablas y Figuras

Tablas

Tabla 1. Composición de la leche en diferentes especies de pinnípedos 6
Tabla 2. Peso materno, peso de las crías y tasa de crecimiento 8
Tabla 3. Pautas y categorías de conducta individual en tierra 14
Tabla 4. Categorías de conducta social 15
Tabla 5. Características de hembras y crías 23
Tabla 6. Índice de agresividad 26
Tabla 7. Valores de IA e IA^a 27
Tabla 8. Valores de los parámetros relacionados con las lactancias 28
Tabla 9. Duración promedio de los viajes de alimentación de 20 hembras 31

Figuras

Figura 1. Los Islotes, Bahía de La Paz, Baja California Sur 12
Figura 2. Medidas tomadas a cada individuo 13
Figura 3. Masa corporal de los 4 críos durante las capturas 21
Figura 4. Relación masa-volumen en las crías 21
Figura 5. Factor de condición de las crías durante las 4 capturas 22
Figura 6. Patrones de conducta individual de las hembras 24
Figura 7. Distribución de frecuencias de la actividad realizada por las hembras 25
Figura 8. Patrón de conducta social 26
Figura 9. Índice de asociación durante cada una de las etapas 27
Figura 10. Proporción del amamantamiento en cada etapa 28
Figura 11. Distribución de frecuencias del amamantamiento de cada hembra 29
Figura 12. Distribución de frecuencias de los trenes de amamantamiento de las cuatro hembras 29
Figura 13. Relación entre la proporción del amamantamiento y la tasa de crecimiento del crío 30
Figura 14. Frecuencia de los viajes de alimentación durante cada etapa 31
Figura 15. Relación entre la proporción en viajes de alimentación de las hembras y la tasa de crecimiento 32

Resumen

Se hicieron observaciones diarias durante el verano de 1996, con el 'objetivo de describir las estrategias de conducta de hembras reproductoras de lobo marino de California en Los Islotes, B.C.S. y evaluarlas en términos del desarrollo de sus crías. El desarrollo de las crlas se midi6 a partir de la tasa de crecimiento y el factor de condición, encontrándose en promedio de 0.17 kg/día y 1.88 g/cm^3 respectivamente. Se analizaron los patrones de conducta individual de las hembras sin que se encontraran diferencias en ellos durante la temporada. Los patrones de conducta social mostraron que las hembras de mayor edad son menos solitarias que las hembras jóvenes, pero considerablemente más agresivas. No se encontró relación entre los patrones de asistencia materna, el Indice de asociación madre-cría y la inversión en la lactancia con el desarrollo de las crias. Se estimó el periodo perinatal en alrededor de 4.5 dias, scguido por viajes de alimentación con una duración promedio de 1.3 dias; no se encontraron diferencias en la duración de los viajes a través del tiempo lo que podría indicar una buena eficiencia alimentaria y disponibilidad o abundancia de presas. La frecuencia con la que las hembras salieron a alimentarse se increment6 significativamente alcanzando valores de hasta 70% del tiempo fuera de la lobera. El desarrollo de los críos parece estar fuertemente influenciado por la frecuencia con la que las hembras salen a alimentarse y esto esth relacionado con el factor de condición y la edad de las hembras.

Abstract

Daily observations were conducted during the summer of 1996 in order to describe the behavioral strategies of reproductive females of California sea lions at Los Islotes, B.C.S., and evaluate them according to their pups growth. The pup development was measured with growth rate and condition factor, finding an average of 0.17 kg/d and 1.88 g/cm^3, respectively. The individual behavioral pattern of females was analyzed, without finding differences along the season. The pattern of social behavior showed that older females were less solitary than younger ones, but more aggressive. We did not find any relationship between patterns of maternal assistance, index of mother-pup association, and lactation investment with pup's growth. The perinatal period was estimated in about 4.5d, followed for feeding trips with an average of 1.3d. We did not find significant differences in trips length through time. This could indicate a good feeding efficiency and availability of prey. The frequency of females going out to get, food increased significantly along the season until values of 70% of time out the rookery. The pup development was highly influenced by the frequency of female trips and also related to the condition factor and age of the mothers.

1. INTRODUCCIÓN.

Los mamiferos presentan una amplia variación en los patrones de reproducción. Las especies en las que el cuidado parental es bajo, como los roedores o lagomorfos, tienen camadas grandes y alcanzan la edad reproductiva temprano; mientras que las especies que presentan cuidado parental intenso tienen camadas reducidas y llegan a laedad reproductiva tardiamente, como en el caso de los carnivoros (McNeill, 1981). En algunos carnivoros, las hembras paren en temporadas definidas, cuando las condiciones ambientales son propicias para las crias y la energia utilizada en la última etapa de la gestación y gran parte de la empleada en la lactancia, proviene de las reservas acumuladas previamente (Samson & Huot, 1995).

Muchas especies de camivoros tienen como sistema de apareamiento la poliginia, que se caracteriza por un marcado dimorfismo sexual, la presencia de machos dominantes, el alto grado de gregarismo y el escaso o nulo cuidado de los machos hacia la progenie (Bartholomew, 1970). Bajo estas condiciones, las hembras deben adoptar 'estrategias bptimas que les permitan satisfacer sus necesidades energéticas y las de su cria.

Una estrategia se define como una serie de patrones realizados en un tiempo determinado y con un fin especifico; un comportamiento dado persiste cuando la diferencia entre los costos y los beneficios es mayor que con la adopción de comportamientos altemativos (Barash, 1982). Un modelo se considera optimo cuando la capacidad o ingreso de energia o numero de descendientes es maximizado; o bien, el costo, energia o tiempo gastado se minimiza (Cody, 1974); los beneficios pueden ser maximizados de dos 'maneras: 1) elegir las mejores alternativas ambientales, o 2) elegir el mejor comportamiento posible para adecuarse al medio (Barash, 1982).

Los pinnipedos son camivoros acuaticos que dividen su actividad en dos medios a lo largo de su vida: la alimentacion se realiza en el mar y la reproducción en tierra o hielo (Riedman, 1990). Aunque se dividen en dos grupos bien definidos, los focidos y los otáridos, todos comparten esta caracteristica con variaciones en el sistema social y el periodo de crianza, influenciados por las condiciones del ambiente. Los focidos son menos gregarios y la lactancia dura unas cuantas semanas (con algunas excepciones); los otaridos son extremadamente gregarios y el destete ocurre despues de varios meses e incluso años (Bonner, 1984). Debido a la duración de la lactancias, las hembras de los otaridos alteman su alimentación en el mar con los eventos de lactancia en tierra, definendose al conjunto de estos comportamientos como el patrbn de asistencia materna (Higgins *et al.,* 1988).

En el lobo marino de California (Zalophus *californianus*), la lactancia tiene una duracion promedio de un año, pudiendo extenderse hasta tres (Aurioles-Gamboa, com. pers.). Las hembras paren una sola cria despues de un periodo de gestación de 9 meses (Riedman, 1990). Se ha reportado para esta especie un periodo perinatal de 7-8 dias (Iverson, 1993) seguido por viajes de alimentacion de 1.9 dias, en promedio (Ramirez, datos no publicados). La duración y frecuencia de los viajes varia de acuerdo con las caracteristicas de cada hembra (edad, talla y condicion fisica, entre otros) y la disponibilidad de alimento (Costa, 1993; Lunn & Boyd, 1993b).

Los patrones de asistencia materna y de actividad son el resultado de un complejo entre el tiempo de alimentacion, las actividades sociales y las condiciones ambientales (Lariviêre *et* al., 1994), mismas que influenciaran en la viabilidad y desarrollo de la progenie. A partir de estas consideraciones, en el presente estudio se trabajo con la siguiente hipotesis general:

El desarrollo de las crias de lobo marino de California (Zalophus *californianus*) depende en gran medida de la estrategia de conducta de las madres, misma que estara inflyenciada por las caracteristicas propias de cada hembra y las condiciones del ambiente, estas últimas reflejadas en la frecuencia y duracion de los viajes de alimentacion.

Se consideraron tres hipótesis de trabajo básicas:

1) las hembras de mayor talla tendrán crias de mayor tamaño y condicion,

2) los patrones de asistencia materna cambiaran en el tiempo y de acuerdo con la edad y experiencia de las hembras, y

3) la estrategia conductual reflejará la experiencia de las hembras, y consecuentemente en el crecimiento de las crias.

2. *QBJETIVQS.*

Objetivo General.

Describir la estrategia de conducta individual de hembras reproductoras de lobo marino de California (*Zalophus californianus*) en la lobera Los Islotes, Bahia de La Paz, B.C.S., y evaluar su eficiencia en funcion del desarrollo de sus crias durante los primeros tres meses de vida.

Objetivos Particulares.

1. Estimar la tasa de crecimiento y el factor de condicion de crias a lo largo de la temporada de reproduccion, y el factor de condicion y la edad de las hembras al inicio de la temporada.
2. Describir los patrones de conducta individual, social y de asistencia materna.
3. Explorar la existencia de cambios en el patron de conducta de las hembras durante la temporada de reproduccion, y entre el dia y la noche.
4. Relacionar los patrones de conducta descritos con la talla, edad y condición de las hembras.
5. Evaluar el efecto de la estrategia de conducta de las hembras en funcion de la tasa de crecimiento y condicion de las crias.

3. JUSTIFICACIÓN.

En una colonia reproductora de lobos marinos hay individuos de cinco categorías de edad y sexo: machos adultos, machos subadultos, hembras, juveniles y crias, siendo las hembras la categoria más abundante con más del 50% de la poblacion (Aurioles-Gamboa & Zavala, '1994). En años normales cerca de un 75% de ellas presentan crias (Hernandez y Aurioles-Gamboa, 1997). En las hembras adultas recae el cuidado y supervivencia de la progenie y, por tanto, en gran parte el mantenimiento de la población. Es importante el conocimiento de los patrones de conducta de esta clase de edad y sexo, con base en los cuales se pueden describir estrategias de vida y utilizar estos conocimientos en la conservación de la especie on México.

Los estudios de conducta son relativamente rapidos y económicos. Cuando se logra relacionar la variación de estos patrones con los cambios del ambiente, es entonces posible utilizar el estudio de estos patrones de conducta como indicadores de los cambios en el medio.

La lobera Los Islotes es la mas sureña de las colonias reproductivas del Golfo de California y la mas cercana a un asentamiento humano de importancia, la Cd. de La Paz, B.C.S. Desde la decada de los ochenta, esta lobera ha sido estudiada ampliamsnte en su dinamica poblacional y ecologia en general, lo que la ubica como la mas conocida de Mexico. De acuerdo con Aurioles-Gamboa (1996), en años recientes la producción de crias en esta lobera se ha incrementado y estas han mejorado su condición corporal; estas observaciones pudieran ser indicadores de que las condiciones ambientales recientes han sido favorables, permitiendo un mayor crecimiento de la colonia.

Esta lobera además de su importancia biológica y ecológica, es una fuente relevante de ingresos para La Paz, ya que a través del turismo que la visita se derivan divisas para la ciudad entre los $1 000 y $1 500 dolares diarios durante los meses de verano (Bircoll *et al.*, 1994). El conocimiento de su estado y el manejo que se le de, redundara en beneficios economicos importantes para la region.

4. ANTECEDENTES

La base de la organización en los mamíferos es la relación entre madres y crías, determinada por la lactancia y la crianza, variando la duración de este periodo entre las especies. El hecho de que la reproducción de los pinnípedos se efectúe en tierra los hace potencialmente vulnerables, principalmente a las crías que quedan expuestas a los depredadores. Para disminuir este riesgo, han adoptado diferentes estrategias: los fócidos disminuyen la duración de la lactancia, por lo que se incrementa la concentración de grasas en la leche; los otáridos son animales más gregarios y buscan zonas de crianza donde la probabilidad de ser atacados sea mínima (principalmente islas) y la leche contiene menor cantidad de grasas por lo que su tasa de crecimiento es más baja (Tabla 1) (Bonner, 1984). Aurioles-Gamboa (1988) reportó que las poblaciones de lobo marino en el Golfo de California presentan una fuerte tendencia a habitar islas pequeñas, con lo que probablemente se evita la presencia de depredadores terrestres de tamaño peligroso.

Tabla 1. Composición de la leche en diferentes especies de pinnípedos (Tomada de Bonner, 1984 y Riedman, 1990).

Especie	Grasa (%)	Agua (%)	Proteínas (%)	Azúcar (%)	Cenizas (%)
Phoca groenlandica	46.9	45.1	6.8	0.77	0.39
Halychoerus grypus	52.2	--	11.2	2.6	0.7
Odobenus rosmarus	24.1	59.9	7.8		
Arctocephalus gazella	26.4	51.1	22.4	--	0.6
Callorhinus ursinus	?	36.4	?	0.1	0.49
Zalophus californianus	36.5	47.3	13.8	0	0.64
Mirounga angustirostris	43.9	43.7	7.7		

En los pinnípedos, la edad, tamaño y experiencia de la madre son factores de gran importancia en el parto. Generalmente, las hembras más jóvenes paren crías de menor tamaño y la cantidad de reservas energéticas, almacenada en la capa de grasa, es inferior a la de las hembras de mayor edad (Lunn & Boyd, 1993a).

Otro aspecto reievante es el peso de las crias al nacer, mismo que se encuentra influenciado por la edad, el estado nutricional y el rango social de las madres; por estas razones, el peso de las crias es empleado como una medida del esfuerzo materno prenatal (Bowen et *al.,* 1994). Los crios de tamaño pequeño tienen menor probabilidad de sobrevivir, al poco peso al nacer puede ser el resultado de un periodo de gestación corto, nutrición fetal reducida o la interacción de estos y otros factores tales como el genotipo del feto (Guinness et *al.*, 1978). Los crios pequeños con menor desarrollo fisiológico tienen mas dificultad para mamar, lo que retarda el crecimiento en la lactancia y provoca 'un menor peso al destete. En la transición de los pinnipedos de alimentación materna a la alimentación por sí mismos, es de gran importancia que tengan suficientes reservas energéticas para maximizar su probabilidad de supervivencia (Bowen, 1991), ya que son relativamente inexpertos y en ocasiones las condiciones ambientales pueden ser poco favorables.

La masa corporal de los pinnipedos neonatos varia entre especies, con un rango de 3 kg en la foca caspica (Phoca caspica) hasta 60 kg en la morsa (Odobenus *rosmarus*). En promedio, los focidos al nacer son tres veces mas pesados que los otaridos (20.7 kg vs 7.1 kg, respectivamente), sin embargo en relación con la masa corporal de las madres, no se aprecian diferencias notables (relacion de 9.0 en focidos contra 10.9 en otaridos) (Bowen, 1991; Costa, 1991) (Tabla 2).

La tasa de crecimiento entre los grupos es muy diferente, pero en general es mayor en los focidos. Para los otaridos existe poca información al respecto; se ha reportado una tasa de crecimiento en crios neonatos entre 0.045 kgldia y 0.132 kg/día durante la lactancia (Bowen, 1991).

La inversion parental se define como la inversion de los padres hacia la cria con la cual se busca elevar la probabilidad de supervivencia (y reproducción futura), aun con el nesgo por parte de uno o los dos padres de reducir su supervivencia y/o reproducción futura propia (Trivers, 1972). El crecimiento de los crios refleja el cuidado parental, que a su vez osta influenciado por diferentes factores, como el tamaño de la camada (que en los pinnípedos es generalmente de una sola cria), la competencia entre hermanos, la disponibilidad de alimento, los patrones maternos de alimentacion, la duración de la dependencia materna y la edad y experiencia de la madre, así como por factores sociales (Lunn *et al.*, 1993).

Tabla 2. Peso materno, peso de las crías, relación entre ambos y tasa de crecimiento (Tomada de Bowen *et al.*, 1994).

Grupo	Especie	Peso materno (PM) (kg)	Peso al nacer (PI) (kg)	PM/PI	Tasa de crecimiento (TC) (kg/día)
Fócidos	*Phoca groenlandica*	134	9.6	12.3	7.1
	Halichoerus grypus	174.5	14.6	8.4	1.8
	Mirounga angustirostris	504	40	7.9	3.2
	Phoca hispida	62	4.5	7.3	0.76
Otáridos	*Callorhinus ursinus*	37	5.6	15.1	0.065
	Arctocephalus australis	57	5.7	10	0.08
	Zalophus californianus	88	8.4	9.6	0.132
	Arctocephalus forsteri	45	3.6	8	0.045

El comportamiento de hembras y crías de los otáridos es muy parecido al de los fócidos durante los primeros días, modificándose cuando las hembras de los otáridos realizan su primer viaje de alimentación. En los otáridos las hembras llegan a las zonas de reproducción uno o dos días antes del parto, y permanecen con su cría alrededor de una semana, este periodo es conocido como "perinatal"; durante este tiempo, las madres cuidan y alimentan a su cría y el reconocimiento entre madre y cría se establece (Trillmich, 1981). Una vez transcurrido el periodo perinatal y hasta el momento del destete, las hembras alteman la crianza en tierra con su alimentación en el mar.

Para algunas especies de otáridos se han reportado periodos de ayuno de las madres de 5 a 9 días, seguido de viajes de alimentación entre 1 y 7 días en promedio y de hasta 24 (Gallo, 1994). La condición física de las hembras es un factor determinante en la conducta de asistencia materna durante el periodo de crianza: las hembras de talla pequeña tienen menos energía disponible para la producción de leche y por tanto es menor la cantidad de nutrientes que pueden transferir a los críos; para disminuir el gasto metabólico, reducen el periodo de lactancia o, si la lactancia es prolongada, alternan el amamantamiento con

viajes de alimentación más frecuentes (Costa, 1993). El gasto energético de las madres es de aproximadamente un 30% mayor cuando la cría es macho lo que puede significar, en condiciones de baja disponibilidad de alimento, una reducción en la probabilidad de supervivencia de los cachorros macho o una reducción en la reproducción de las hembras pequeñas (Jensen *et al.,* 1995; Thompson & Fedak, 1995).

Las hembras se alimentan intermitentemente durante la lactancia, mientras las crías permanecen en tierra utilizando sus reservas de energía. Este patrón es claramente ejemplificado por el lobo marino del Norte (*Eumetopias jubatus*), que incrementa la duración de los viajes de alimentación conforme transcurre el tiempo (Higgins *et al.,* 1988). Se han observado variaciones en este patrón, relacionado con la composición de la leche, la localización geográfica de las loberas, la tasa de leche consumida y la tasa de crecimiento. Los patrones temporales en la duración de los viajes de alimentación están relacionados con la distancia de las zonas de alimentación, la disponibilidad de las presas, la latitud y la masa de las hembras (Gentry *et al.,* 1986).

El lobo marino de California se distribuye desde la Columbia Británica en Canadá hasta las Islas Tres Marías, Nayarit (King, 1983). Le Boeuf *et al.* (1983) estimaron que la población residente en el territorio mexicano se encontraba alrededor de los 100,000 individuos, distribuidos en las aguas de la costa Pacífico de la Península de Baja California y en las islas e islotes del Golfo de California. En el Golfo de California se localizan 13 loberas reproductivas donde se encuentran individuos de las cinco categorías de edad y sexo en las que se congregan cerca de 30,000 animales (Aurioles-Gamboa & Zavala, 1994). A pesar de que esta especie estuvo sujeta a una cacería intensa en las décadas de los cincuenta y sesenta, y su situación en los años setenta era como especie vulnerable, en la actualidad su posición es estable e incluso se incrementa a un ritmo de 5.2% anual (Zavala, 1993).

El sistema de apareamiento del lobo marino es la poliginia, con establecimiento de territorios durante la temporada reproductiva (Peterson & Bartholomew, 1967). Las hembras alcanzan la madurez entre los 4 y 5 años de edad (Lluch, 1969), al igual que los machos, sin embargo estos son efectivamante reproductivos hasta los 9 años (Orr *et al.*, 1970) cuando la madurez física les permita establecer y defender un territorio (Renouf, 1991). En el Golfo de California el periodo reproductivo ocurre en los meses de mayo a agosto, siendo mayo y junio cuando se presentan los partos, y julio y agosto cuando ocurren las cópulas (Morales, 1990; Aurioles-Gamboa & Le Boeuf, 1991; Morales & Aguayo, 1992).

En el lobo marino de California se presentan dos momentos importantes de mortalidad de las crías: 1) durante los primeros meses de vida, alrededor de un 15% de las crías perecen y 2) durante los últimos cuatro meses del primer año de vida, cuando la mortalidad acumulada es de alrededor del 59% (Aurioles-Gamboa & Sinsel, 1988). Considerando

estas razones, se decidió trabajar durante la primera etapa de vida de los lobos marinos, con la finalidad de determinar cuáles podrían ser las causas relacionadas con su crecimiento y con su supervivencia.

5. METODOLOGÍA.

5.1. Área de estudio.

El estudio se realizó en la lobera Los Islotes. Esta isla es de origen volcánico con una longitud máxima de 250 m, ubicada al Norte de la isla Espíritu Santo en la Bahía de La Paz, B.C.S., en los 24° 35' N y 110° 23' W. Los lobos se distribuyen en dos áreas: por la parte Este se encuentran las zonas de reproducción (zonas A y B), la región Oeste es una zona de solteros (zona C) que recientemente ha sido invadida por algunas hembras con cría (Fig. 1).

5.2. Materiales y métodos.

El estudio se llevó al cabo en la temporada reproductiva de 1996, con cuatro visitas (llamadas etapas) a la lobera, iniciando en el mes de junio y finalizando en agosto. La etapa I abarcó del 15 al 24 de junio, la II del 4 al 12 de julio, la III del 28 de julio al 4 de agosto y la IV del 16 al 23 de agosto. Durante la primer etapa se capturaron e identificaron 4 hembras con sus crías además de otras 11 crías que sirvieran como testigo. Los 15 críos fueron recapturados en las otras tres visitas.

5.2.1. Localización de sujetos, captura, marcaje y toma de medidas.

Para la captura de las 4 hembras se emplearon dos redes con aro y una tipo mariposa. Cuando se tenía al animal dentro de las redes se le aplicó ketamina (0.8 mg/kg) y diazepam (0.2 mg/kg) para inmovilizarlo (Baker *et al.,* 1988). Las medidas morfométricas que se tomaron fueron la longitud estándar (LP), longitud curvilínea (LC) circular anterior (CA), medio (CM) y posterior (CP) (Fig. 2), utilizando una cinta métrica flexible de 1.50 m; el peso se tomó con una balanza de 100 kg (precisión ± 0.5 kg) con la ayuda de un tripié metálico.

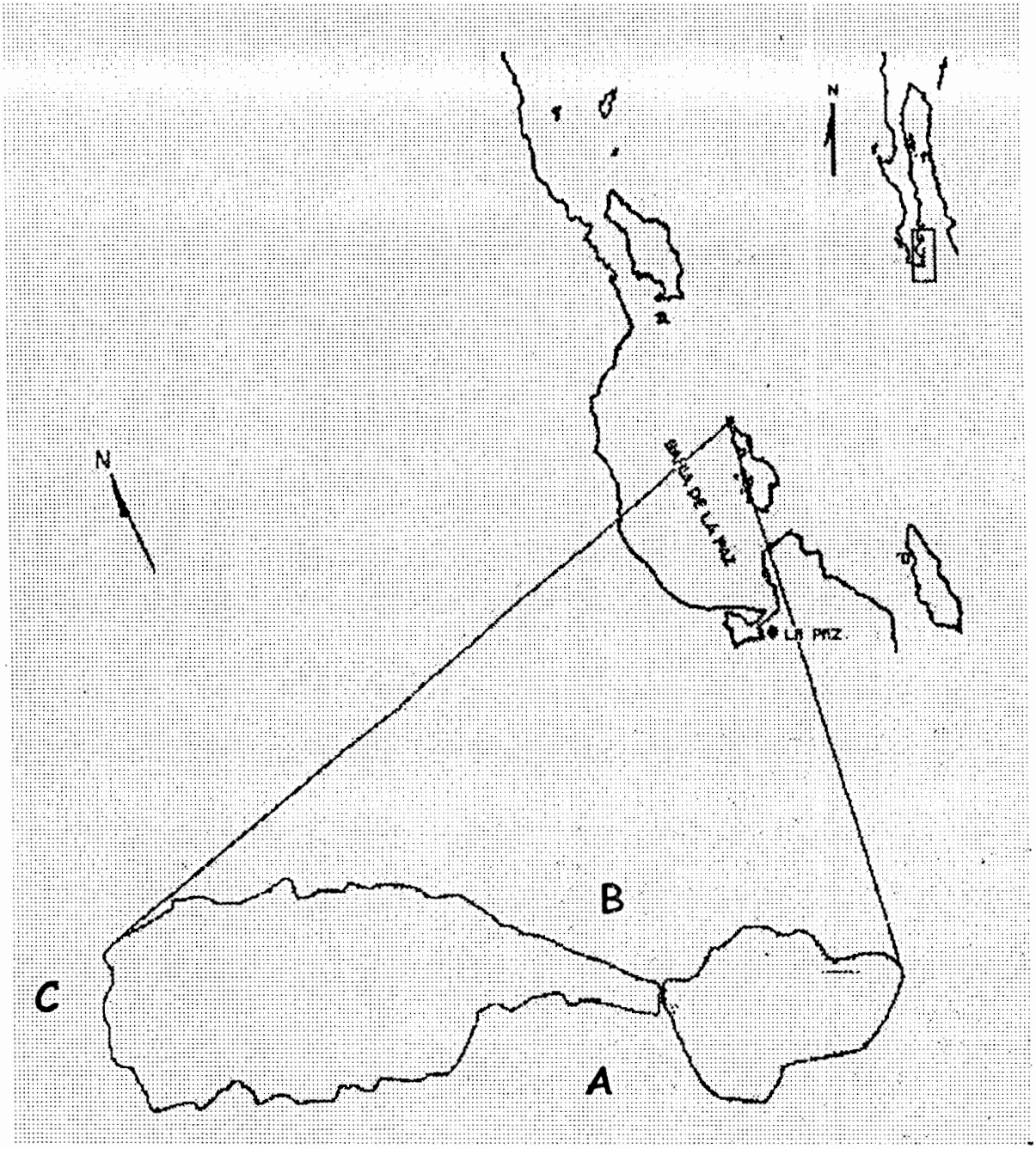

Fig. 1. Los Islotes, Bahía de La Paz, Baja California Sur. Las zonas A y B son áreas de reproducción, la zona C es un área de solteros.

Los críos fueron capturados manualmente, las medidas morfométricas fueron las mismas que para las hembras. A cada crío se le determinó el sexo y tomó el peso utilizando una bolsa de buceo y una balanza de 20 kg. Para las recapturas se siguió el mismo procedimiento.

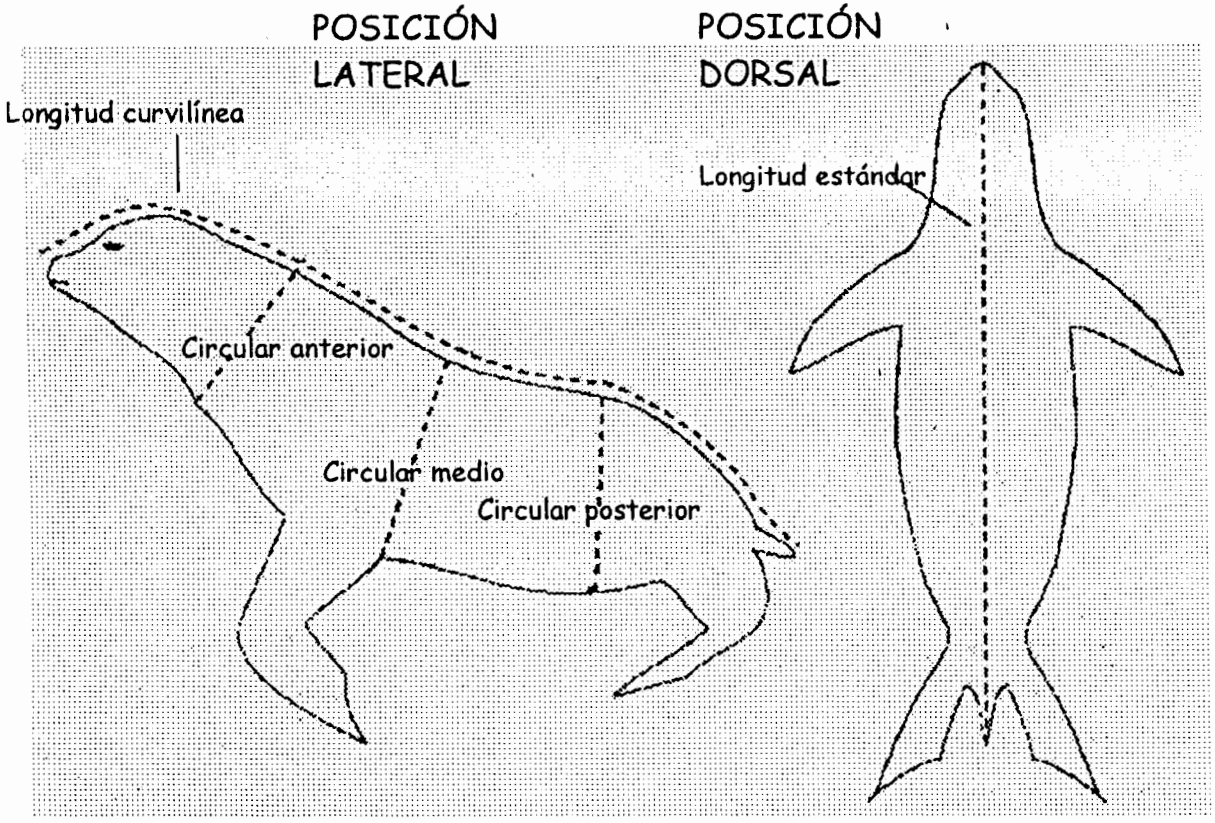

Fig. 2. Medidas tomadas a cada individuo.

A 18 animales (3 hembras adultas y 15 crías) se les marcó rasurando una parte de la superficie dorsal del cuerpo, la cuarta hembra era un animal marcado a hierro en años anteriores.

Las capturas de las hembras se realizaron los días 15, 16 y 17 de junio, los críos fueron capturados entre el 15 y el 18 de junio. Las recapturas de los críos en las otras tres visitas se hicieron cuando se presentaba la oportunidad, intentando perturbar el área lo menos posible.

5.2.2. Procedimiento para la obtención de datos.

Se hicieron observaciones directas con registros continuos desde dos puntos fijos (uno en la zona A y otro en la zona B) (Fig. 1), durante las horas de luz (de las 6:00 a las 20:00 h) y durante la noche a las 21:00, 22:30, 00:00 y 03:00 h (esfuerzo de observación de 1.5 h por periodo). Para las observaciones diurnas se emplearon binoculares Fujinon 8X50, hojas de registro y reloj digital, para las observaciones nocturnas se empleó un lente de visión nocturna Moonlight Products, intensificador de luz 1,500X y emisor de luz infrarroja.

Las hembras fueron denominadas secuencialmente en función de la edad estimada y se designaron por H_i, a sus respectivos críos como C_i y a la asociación entre ellos como P_i.

Para los registros focales se emplearon pautas de conducta previamente identificadas y descritas en un etograma elaborado a partir de observaciones realizadas en estudios anteriores.

a) Conducta individual. Se realizaron muestreos de tipo focal rotados con una duración de 15 min con puntos de muestreo cada minuto por cada animal registrando la actividad, descrita en 6 pautas de conducta (Tabla 3) y anotando la hora de inicio. Se consideró "en tierra" cuando el animal se encontraba en la lobera y se le podía observar.

Tabla 3. Pautas y categorías de conducta individual en tierra.

Pauta	Definición	Categoría	Definición
Acostada (A)	Longitud total en contacto con el sustrato.	Descanso (D)	Conductas pasivas o de reposo (A + E)
Erguida (E)	Sentada o erecta con cuello y cabeza inclinados hacia atrás.		
Flotando (F)	Estado de relajamiento en el mar sin locomoción.	Actividad (Ac)	Conductas que implican un gasto energético superior (F + N + C).
Nadando (N)	Desplazamiento en el mar.		
Caminando (C)	Desplazamiento en tierra.		
Amamantando (Am)	Alimentación de la cría.	Amamantando (Am)	Alimentación de la cría.

b) Conducta social. Utilizando el muestreo focal descrito con anterioridad, se registró la categoría social en la que se encontraba, se consideraron 5 categorías (Tabla 4). Por la técnica de registro de eventos (Altmann, 1974), se muestreó la agresión entre las hembras, especificando si dirigía o recibía la agresión.

Tabla 4. Categorías de conducta social.

Categoría	Definición
Con cría (C)	Acompañada únicamente de su cría, separada de cualquier otro animal por una distancia de cuando menos dos metros.
En grupo y con crío (GC)	Acompañada de su cría y de otros animales.
En grupo (G)	Con otros animales, excepto su cría.
Sola (S)	Alejada de cualquier individuo por una distancia no menor de dos metros.
Con macho (M)	Acompañada únicamente por el macho territorial.

c) Conducta de asistencia materna. Se utilizaron los muestreos focales y se registraron los eventos de lactancia (desde que el crío unía el hocico al pezón de la madre hasta que se separaba), así como el número de ocasiones en que se observaba a las parejas madre-cría.

d) Periodo perinatal y conducta individual en agua (viajes de alimentación). Para estimar la duración del periodo perinatal se consideró como fecha de nacimiento la primer ocasión en la que las crías fueron observadas y se registraron los partos de otras hembras para aumentar el tamaño de la muestra. Los viajes de alimentación se registraron a partir de datos de presencia-ausencia, se consideraba que un animal se encontraba en viaje cuando no se le observaba en las zonas de estudio ni en los recorridos diarios realizados en panga alrededor de la lobera.

5.3. Procesamiento de los datos.

5.3.1. Estimación de las características de madres y crías.

La tasa de crecimiento diaria se calculó dividiendo la ganancia en peso entre el número de días transcurridos desde la captura anterior.

El volumen se calculó considerando el cuerpo del animal como dos conos y dos cilindros: V_1 = volumen de la punta de la nariz hasta el cuello (cono 1), V_2 = del cuello a la región posterior de las aletas anteriores (cilindro 1), V_3 = de las aletas anteriores a la cadera (cilindro 2) y V_4 = de la cadera a la punta de las aletas posteriores (cono 2); el volumen total fue $V_T = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$. Se aplicó el modelo de regresión potencial como lo proponen Sweitzer & Berger (1993) para determinar la relación entre la masa (M) y el volumen (V):

$$M = aV^b$$

Para cada individuo *i* se tomó la relación $\frac{M_i}{V_i^b}$ como medida de la condición física. Si $\frac{M_i}{V_i^b} > a$ entonces el individuo presentaba una condición física superior a la media.

El factor de condición se calculó como

$$FC = M*1000/V^b$$

y se estimó el promedio (n=15) en cada captura. Se estableció un intervalo de confianza $\mu \pm 2\sqrt{\sigma_x}$ para evaluar la desviación con respecto a la media (Daniel, 1984). Cuando un crío se encontraba por debajo del límite inferior establecido se consideró como un animal de condición baja. El mismo procedimiento fue empleado para las hembras.

Se estimó la edad de las hembras a partir de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy, utilizando los parámetros calculados por Lluch (1969) para el Golfo de California: $L_\infty = 200$, $k = 0.2173$ y $t_0 = 0.433$ (siempre que $l_t < L_\infty$).

$$t = \frac{\ln(1 - \frac{l_t}{L_\infty})}{-K} + t_0$$

El valor de t_0 debe ser tomado con algunas reservas, ya que es imposible que sea positivo (para edades entre 0 y t_0 se tendría: $0 < t < t_0 \Rightarrow L_0 < L_t < L_{t0} = 0$). Dadas las características del estudio y para fines prácticos se decidió emplearlo tal como aparece en la referencia.

5.3.2. Patrones de comportamiento.

a) Conducta individual en tierra.

Las observaciones de conducta se analizaron para cada etapa por separado para evaluar los cambios a través de la temporada. Se estimó la proporción de tiempo (P) que las hembras dedicaban a cada pauta. Las 6 pautas fueron agrupadas en tres categorías funcionales (ver Tabla 3), para simplificar la caracterización de las estrategias. Para evaluar

si existían patrones de actividad a lo largo del día se estimaron las proporciones que dedicaba a cada una de las categorías de conducta.

Dado que los datos obtenidos de las observaciones nocturnas representaban el 25% y las diurnas el 75%, se estandarizó en tiempo para poder efectuar la comparación. Para este análisis se consideró a las tres categorías de conducta y se estimó la proporción que dedicaban a cada una de ellas.

b) Conducta social. Se calculó la proporción de tiempo (P) que permanecían en cada una de las categorías descritas como una manera de evaluar el grado de socialización individual. Las proporciones fueron estimadas para cada etapa y de manera total. Se estimó el índice de agresividad (IAg) (Galindo com. pers.)

$$IAg = N_E / (N_E + N_R)$$

donde N_E es el número de veces que la hembra H_i emitía agresión y N_R es el número de veces que recibía la agresión.

c) Conducta de asistencia materna.

Se utilizó el índice de asociación (IA) como una medida del tiempo que madre y cría permanecían unidos (Martin & Bateson, 1987)

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

donde N_A es el número de veces que una madre A se observa sin su cría B, N_B es el número de veces en que B se observa sin A y N_{AB} es el número de ocasiones en las que A se observa con B. Para este estudio se consideró que los animales estaban juntos únicamente cuando la distancia entre ellos era menor a los 2 metros. Se observó que existe una subestimación del grado de asociación del primer modelo (IA). Al considerar por separado el tiempo que cada uno de sujetos se observa alejado del otro, se está incrementando el denominador, con lo que se reduce el valor del índice. Para evitar la posibilidad de una subestimación en el valor del índice se consideró la siguiente formulación:

$$IA^a = N_J / (N_J + N_S)$$

donde N_J es el número de veces en las que A y B se encuentran juntos y N_S es el número de veces en las que se observaron separados. Se realizó una prueba de signo para comparar estos dos estimadores.

Se estimaron los siguientes parámetros para cada pareja madre-cría con relación a los registros de eventos de amamantamiento:

Número de observaciones parciales: m

Número de amamantamiento: n

Tiempo de observación de la hembra: $t = \sum_{i=1}^{m} t_i$

Duración total de los amamantamientos: $D_T = \sum_{i=1}^{n} l_i$

Duración promedio: $D_P = \frac{D_T}{n}$

Frecuencia: $F = \frac{n}{t}$

Proporción: $P = FD_p$

Los patrones diarios de alimentación de las crías se determinaron analizando trenes de amamantamiento. Un tren de amamantamiento se definió como un periodo en el que el crío succionaba continuamente por un tiempo mayor de 3 minutos, seguido por una interrupción de este comportamiento de cuando menos 15 minutos.

b) Periodo perinatal y conducta individual en agua (viajes de alimentación). Se calculó el periodo perinatal (PP) como el número de días que transcurren desde el parto hasta que las hembras salen a su primer viaje de alimentación. Se estimó el promedio para las 4 hembras del estudio y para otras hembras marcadas (n = 5) de las que se observaron los partos.

Se estimó el tiempo en días de los viajes de alimentación, así como la proporción de tiempo de cada viaje con respecto al tiempo total de observación y la frecuencia por días de observación. Utilizando los datos de otras hembras marcadas observadas durante el período de estudio (n = 20) se estimó la duración promedio y la frecuencia.

5.3.3. Tratamiento estadístico.

Se realizó una prueba de *t* -Student para evaluar si existían diferencias significativas en la tasa de crecimiento entre sexos y un análisis de variancia para determinar diferencias entre los 4 crías del estudio (ambas pruebas a $\alpha = 0.05$).

Se aplicó una prueba de Friedman para evaluar cambios en los patrones de conducta individual considerando las 6 pautas de comportamiento en las 4 etapas de muestreo y

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I.P.N.

una más para evaluar si existían diferencias entre los patrones de las hembras. Por medio de una prueba de χ^2 se analizó si existían diferencias en la conducta entre el día y la noche. Otra prueba de Friedman se aplicó para el estudio de los patrones de comportamiento social y se evaluó si existía diferencia en el comportamiento de cada hembra a lo largo de la temporada y entre las hembras. Se realizó un análisis de variancia para evaluar si existían diferencias en la duración de los viajes entre las hembras y una prueba de Friedman para analizar los cambios en la frecuencia.

Se aplicaron pruebas de correlación de Pearson y de Spearman para analizar las relaciones entre los patrones de comportamiento con las características de las hembras y entre los patrones de conducta de las hembras con las características y desarrollo de las crías.

6. RESULTADOS.

6.1. Esfuerzo de observación.

Hubo 511 h de registro en 32 días. Se realizaron 336 focales (183 en la etapa I, 81 en la II, 38 en la III y 32 en la IV), 144 lactancias de los cuatro críos en estudio y 65 de los otros 11. Se realizaron 24 censos en las dos zonas de estudio (A y B) y 17 alrededor de la lobera.

6.2. Estructura de la colonia.

La categoría más abundante en la lobera fue la de las hembras, representando el 49.82%, seguida por los críos con 40.70%, el número de machos adultos representó el 5.37%, los juveniles el 2.69% y los machos subadultos el 1.15%. El 81.7% de las hembras de toda la colonia tubo cría.
Las zonas A y B congregaron aproximadamente al 69.54%. El porcentaje de hembras reproductoras en las dos zonas fue de aproximadamente 69.25% del total de la colonia.

6.3. Características de hembras y crías.

6.3.1 Tasa de crecimiento de las crías.

De los 15 críos capturados 8 fueron hembras y 7 machos. La diferencia observada en el peso promedio de las crías entre los dos sexos fue menor al inicio del estudio, incrementándose conforme transcurrió el tiempo. En la primer captura los machos pesaban 7.8% más que las hembras, en la última captura esta diferencia aumentó a 9.2%. El aumento en peso de las hembras entre la primera y la cuarta captura fue de 105.5% y para los machos fue de 108.2%. De los 4 críos en estudio sólo uno fue macho (C_1); los críos C_1, C_2 y C_3 pesaron al nacer 8 kg, mientras que el crío C_4 fue quien tuvo el menor peso de los 15 capturados (6 kg) (Fig. 3).

La tasa de crecimiento (TC) no fue significativamente diferente entre sexos (t = 0.389, n_1 = 8 y n_2 = 7 , $P > 0.05$). Se encontró una TC promedio en los machos de 0.18 kg/día y para las hembras de 0.167 kg/día, para la lobera se estimó en 0.17 kg/día.

Se encontraron diferencias significativas entre las cuatro crías del estudio (F = 1.01, n = 16, $P<0.05$), lo que indica que los cachorros se desarrollaron de manera diferencial.

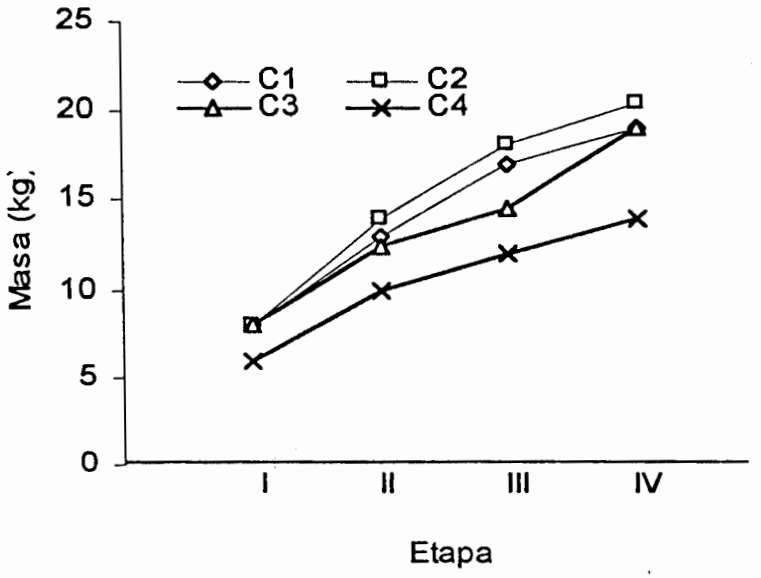

Fig 3. Masa corporal (kg) de los 4 críos durante las capturas.

3.3.2. Condición física de las crías.

Considerando datos de todos los críos en las cuatro capturas (n = 36) se obtuvo la relación significativa $M = 9.7x10^{-4} \times Vol^{1.07}$ (Fig. 4), lo que demostró que el modelo es el apropiado para estimar la relación entre la masa y el volumen en las crías de lobo marino ($R^2 = 0.86$). Los críos 2 y 3 fueron los que tenían mejor condición ya que únicamente durante la primer captura se encontraron por debajo del valor de *a*, el crío 1 se encontró por debajo durante la primera y segunda, y el crío 4 únicamente se encontró por encima del valor estimado en la tercer captura.

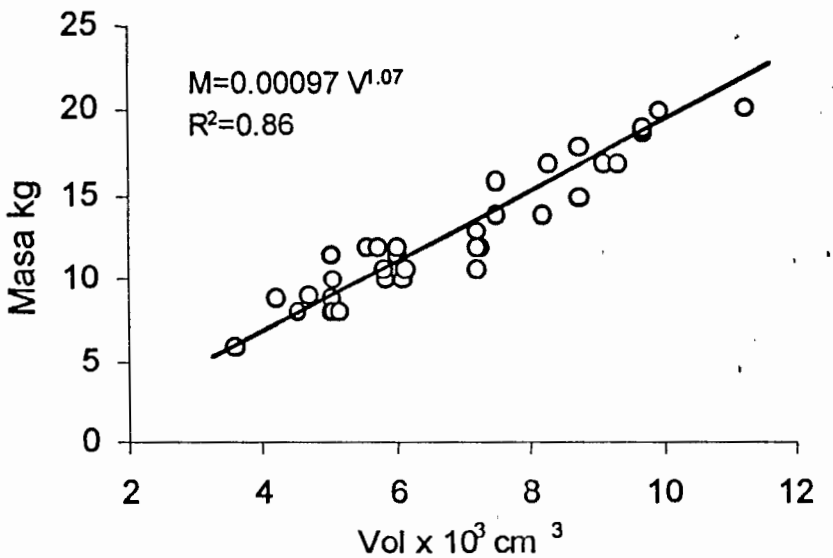

Fig. 4. Relación masa-volumen en las crías.

El valor del FC durante la primer captura fue en todos los casos menor a 1.78 g/cm^3 (n=15) aumentando para la segunda hasta 1.98 g/cm^3 (n=8) y alcanzando el valor más alto en la tercera 2.14 g/cm^3 (n=6), volviendo a disminuir en la última captura a 1.91 g/cm^3 (n=7). El valor promedio del FC, considerando las cuatro capturas, fue de 1.88 ± 0.12 g/cm^3. Unicamente el C_4 se encontró por debajo del límite por lo que se consideró de condición baja. Estos resultados se apoyan con lo observado utilizando la relación masa-volumen, con lo que se confirmó que el crió 4 presentó una condición física por debajo de la media, además de una tasa de crecimiento menor (Fig. 5).

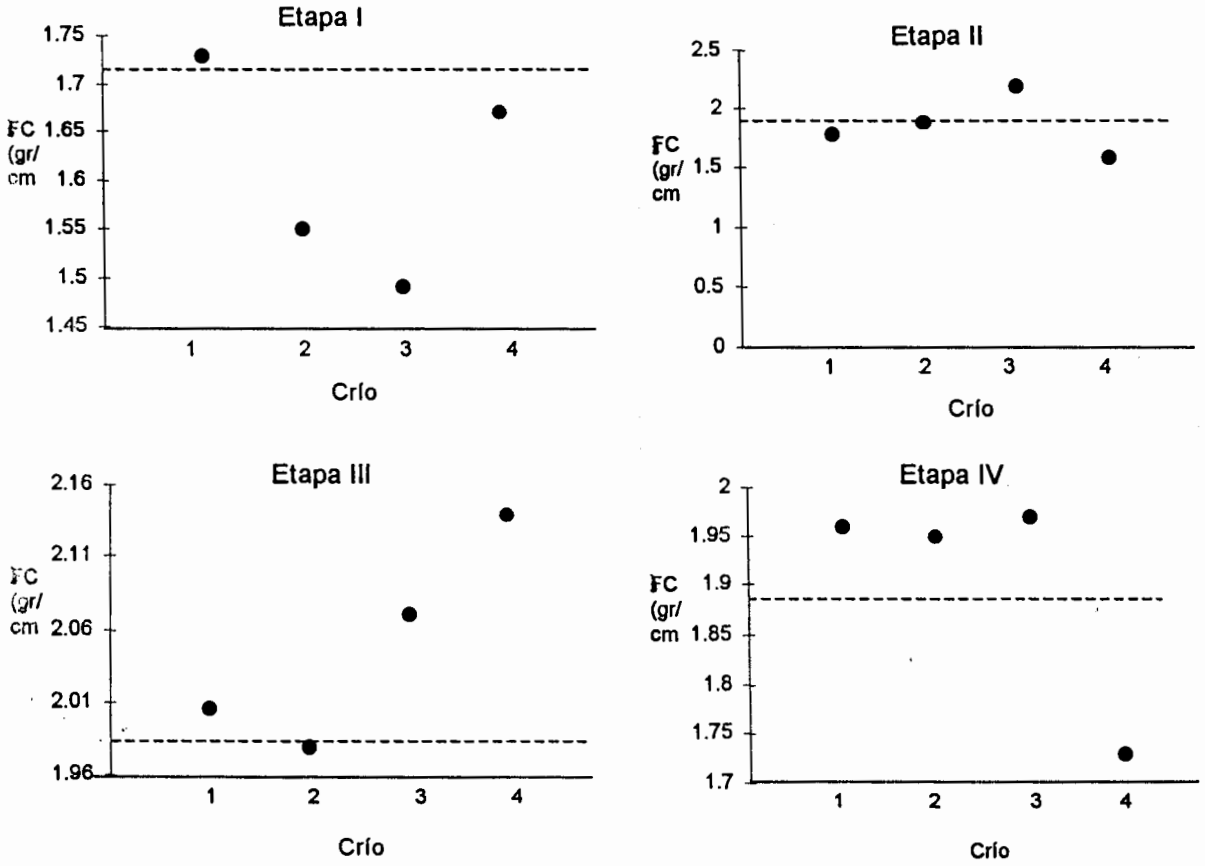

Fig. 5. Factor de condición de las crías durante las 4 etapas. Las líneas representan los límites inferiores de confianza.

6.3.3. Características de las hembras.

El peso promedio de las hembras fue de 91 kg, con un intervalo de 70 a 122 kg; la edad de las hembras fluctuó entre 7 y 15 años (la edad de 3 hembras fue estimada, mientras que de la H_4 se conocía su edad exacta). El factor de condición se calculó con la fórmula empleada para los críos, obteniendo un promedio de 1.88 ± 0.11, con un intervalo de 1.77 < x_i < 1.99 (Tabla 5), siendo la H_4 la única que se encontró con condición baja.

Tabla 5. Características de hembras y crías. El peso promedio presentado en los críos corresponde al total de la muestra (n = 15).

	Crías				Hembras			
Individuo	Sexo	Pi (kg)	TC (kg/d)	FC (g/cm^3)	Edad (años)	Peso (kg)	Longitud (cm)	FC (g/cm^3)
1	M	8	0.18	1.86	7	70	152	1.99
2	H	8	0.21	1.84	7.5	72.5	157	1.95
3	H	8	0.18	1.93	10	101	175	1.86
4	H	6	0.14	1.78	15	122	190	1.74
Promedio		9.35	0.17	1.88		91.4	168.5	1.88
SD		0.5	0.06	0.12		24.8	17.4	0.11

Pi = peso al nacer, TC = tasa de crecimiento, FC = factor de condición, SD = desviación estándar.

6.4. Patrones de comportamiento.

La H_3 no fue observada durante la última etapa probablemente debido a que la marca ya no fue reconocida (se descartó la posibilidad de que hubiera muerto ya que su cría se encontró en buen estado). El número de focales realizados se redujo durante las últimas etapas ya que el número de hembras en las zonas disminuyó y la proporción de tiempo que permanecían en la lobera era cada vez menor. Del total de focales realizados el 25% fueron derivados de las observaciones nocturnas y el 75% de las diurnas.

6.4.1. Patrones de conducta individual en tierra.

El permanecer acostada fue la pauta más sobresaliente, todas las hembras dedicaron la mayor proporción de tiempo al descanso (por encima del 80%), sin que se presentaran cambios en la proporción de los eventos conductuales. No se encontraron diferencias significativas en los patrones observados para cada hembra entre las etapas (H_1: χ^2_r= 0.6; H_2: χ^2_r = 0.93; H_3: χ^2_r = 0.67 y H_4: χ^2_r = 1, P>0.05), lo que sugiere que no hubo cambios en el comportamiento en tierra a través de la temporada. Los patrones de conducta individual entre las hembras tampoco fueron significativamente distintos (χ^2_r = 1.76, P>0.05) (Fig. 6).

Se observaron diferencias significativas entre los patrones de conducta diurnos y nocturnos (χ^2 = 7.34, P<0.05). Se calculó el valor absoluto de la diferencia de las tres categorías entre el día y la noche encontrándose que el descanso y la lactancia fueron las categorías que contribuyeron mayoritariamente a esta diferencia (8.74 y 7.15, respectivamente), mientras que la actividad contribuyó en menor grado (1.59). Esto es, la actividad de las hembras fue menor durante las horas de oscuridad en relación con las horas de luz, principalmente en términos de la lactancia.

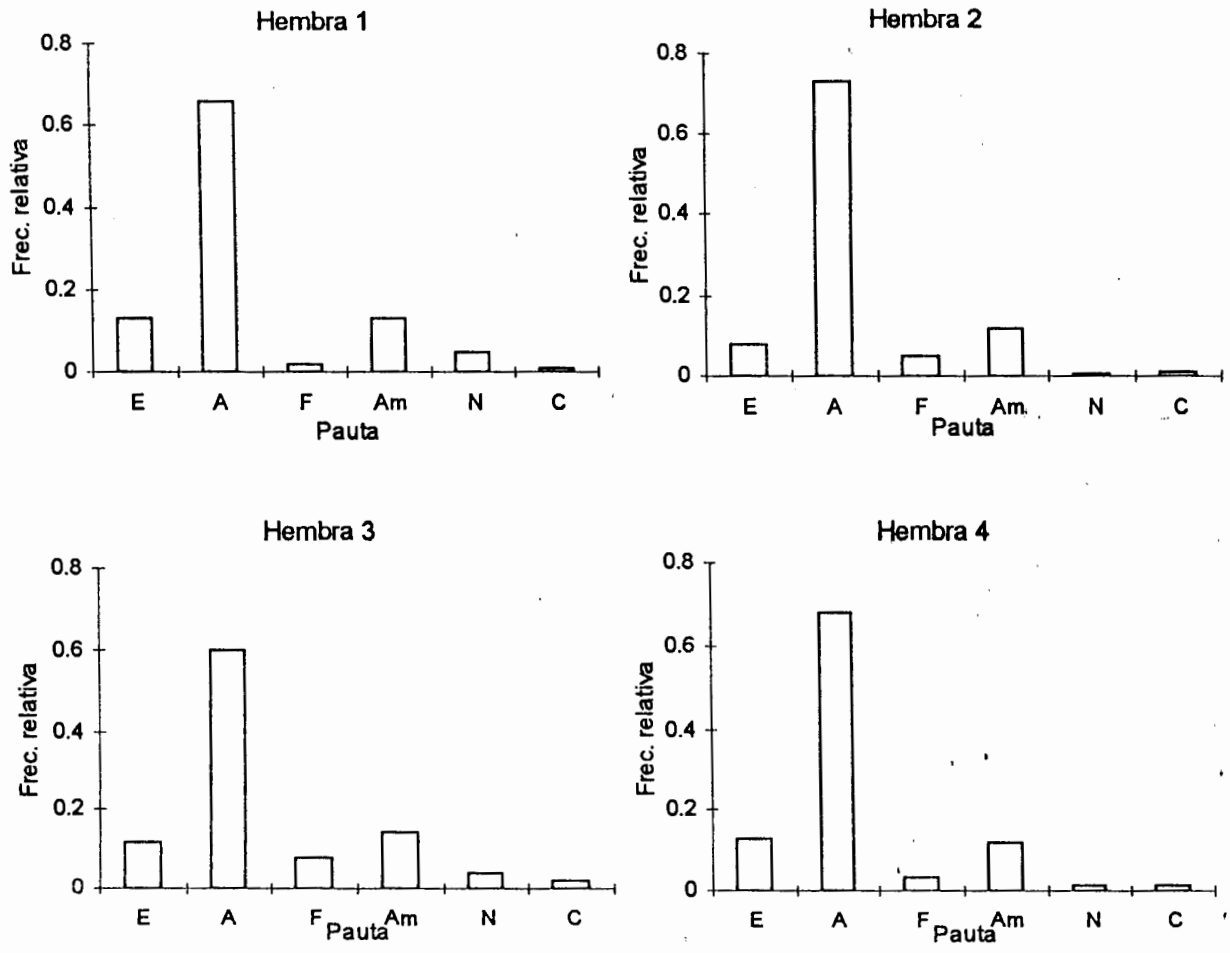

Fig. 6. Patrones de conducta individual de las hembras. (E=erguida, A=acostada, F=flotando, Am=amamantando, N=nadando, C=caminando).

La actividad acumulada de las cuatro hembras a través del día se presenta en la Fig. 7. Puede observarse una distribución multimodal con dos modas prominentes, donde los picos ocurren entre las 8:00 y las 11:00 h el primero, y entre las 12:00 y 16:00 h el segundo. De estas conductas el 97.3% fueron acuáticas (nado y flotación) y únicamente el 2.7% corresponde al desplazamiento en tierra. La hembra que presentó el mayor número de conductas acuáticas fue la número 3 (P = 0.12), siendo las otras menos activas (H1: P = 0.07; H2: P = 0.06 y H4: P = 0.05) (P=proporción).

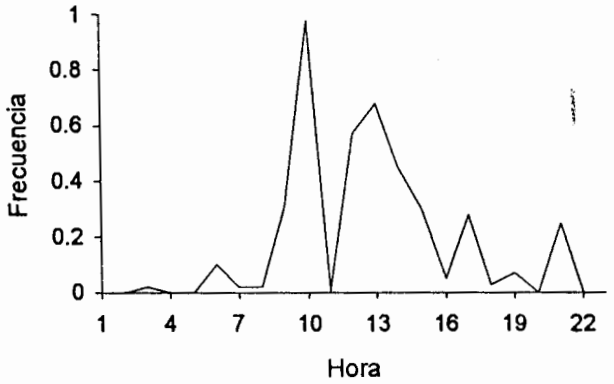

Fig. 7. Distribución de frecuencia de la actividad realizada por las hembras.

6.4.2. Patrones de conducta social.

La hembra 1 presentó cambios en su comportamiento (χ^2_r= 3.4, P<0.05). Al inicio de la temporada permaneció una alta proporción de tiempo asociada a su cría (74%), seguida por una drástica disminución (hasta 21%). Con respecto a su permanencia de grupos, en un principio fue baja, aumentando gradualmente y alcanzando su valor máximo en la etapa IV (86%). Fue la hembra más solitaria, condición principalmente marcada durante la etapa II, en la cual permaneció hasta 29% del tiempo sola.

La hembra 2 no presentó diferencias significativas en su conducta (χ^2_r= 1, P>0.05). Se consideró como un individuo poco solitario (más del 50% permaneció en grupos); los cambios cualitativos que pueden observarse en la figura 9 son modificaciones sutiles en la proporción de tiempo en compañía de su cría principalmente.

En cuanto a la hembra 3, si se encontraron diferencias significativas en su conducta (χ^2_r= 1.5, P<0.05). Su comportamiento durante la etapa III es notablemente distinto al presentado en las etapas anteriores. Aparentemente el tiempo que permanece con su cría al inicio de la temporada es poco; sin embargo, si se observa la proporción en la categoría GC (en grupo con cría) es considerable, condición dada probablemente por su edad.

Finalmente, la hembra 4 no presentó cambios de comportamiento (χ^2_r= 0.69, P>0.05). Permaneció gran parte de su tiempo dentro de los grupos acompañada por su cría. Durante las tres primeras etapas se manifiesta su condición de individuo poco solitario, a diferencia de la etapa IV.

La Fig. 8 es la representación combinada del patrón de conducta social durante las cuatro etapas. Se encontraron diferencias significativas entre las cuatro hembras (χ^2_r= 3.6, P<0.05). Las hembras más jóvenes (H_1 y H_2) permanecieron mayor tiempo en compañía únicamente de sus crías con respecto a las hembras 3 y 4. La hembra 1 fue la que presentó menor interacción con los demás animales en términos de la proporción de tiempo que se observó sola; a diferencia, las otras tres se mantuvieron en grupo más de un 65% del tiempo de observación.

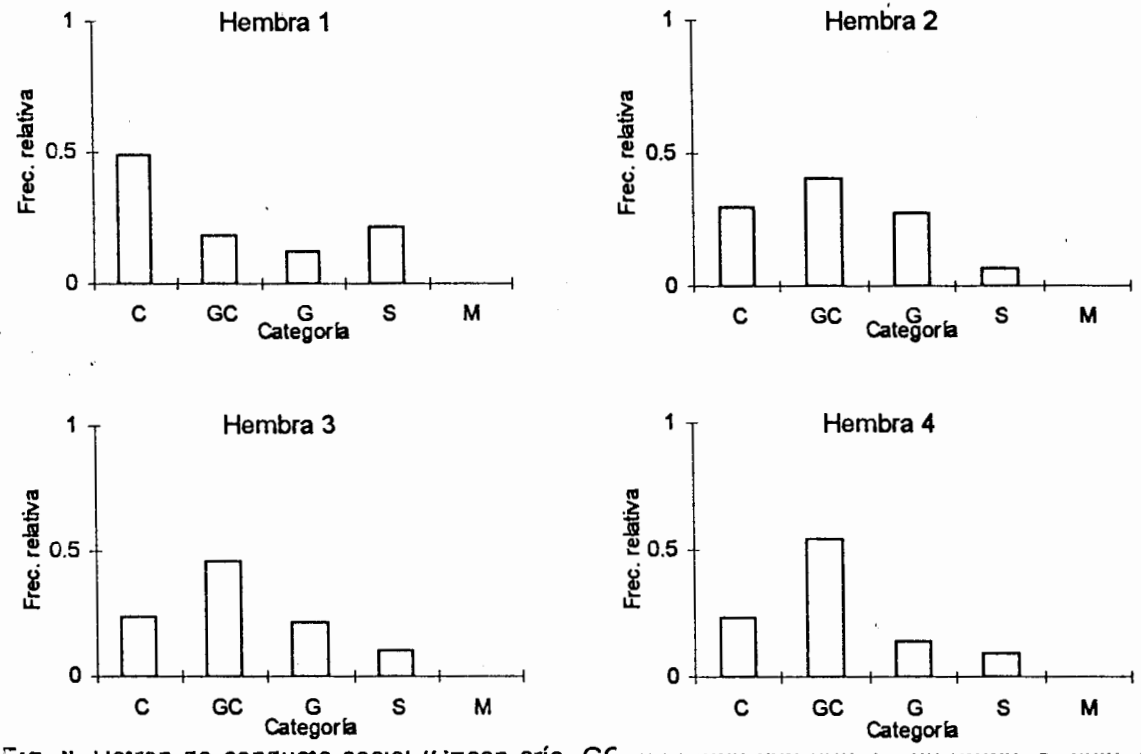

Fig. 8. Patrón de conducta social (C=con cría, GC=en grupo con cría, G=en grupo, S=sola, M=con macho).

A excepción de la hembra 1, durante la primera etapa se observó mayor agresividad de las hembras, misma que fue disminuyendo hacia el final de la temporada (Tabla 6). El bajo valor del índice de agresividad de la hembra 1 en la etapa I podría deberse a la escasa interacción de esta hembra con las demás. La hembra 4 fue la que desplegó mayor número de conductas agonísticas, mientras que la hembra 2 fue quien recibió el mayor número de agresiones.

Tabla 6. Índice de agresividad (IAg).

Etapa	H1	H2	H3	H4
I	0.06	0.17	0.28	0.41
II	0.16	0.14	0.19	0.33
III	0.12	0.15	0.08	0.27
IV	0.09	0.11	----	0.19
General	0.19	0.14	0.45	0.65

6.4.3. Patrones de asistencia materna.

a) Índice de Asociación (IA).

Se aplicó una prueba de signos, sin que se encontraran diferencias entre los de cálculos del índice. (Z=3.474, n=14) (Tabla 7). Por sí sólo el valor estimado IA carece de un significado, ya que no representa la proporción real de la asociación; por otro lado, la modificación planteada (IA^a) no subestima el valor ya que muestra la proporción en la que madre y cría se mantienen unidas. Por estas razones se decidió utilizar el propuesto en este trabajo.

Tabla 7. Valores de IA e IA^a.

	H1-C1		H2-C2		H3-C3		H4-C4	
Etapa	IA	IA^a	IA	IA^a	IA	IA^a	IA	IA^a
I	0.74	0.76	0.83	0.87	0.76	0.79	0.92	0.94
II	0.52	0.55	0.39	0.49	0.27	0.36	0.73	0.79
III	0.51	0.54	0.39	0.47	0.29	0.36	0.57	0.6
IV	0.15	0.22	0.57	0.68	----	----	0.45	0.5
General	0.62	0.66	0.59	0.69	0.63	0.69	0.74	0.79

El índice de asociación fue mayor durante la etapa I, debido a que los críos acaban de nacer y existe una alta dependencia de la madre. El índice va disminuyendo gradualmente conformen transcurre la temporada (Fig. 9) ya que los críos son cada vez más independientes, su movilidad se incrementa y comienzan a agruparse entre ellos. La pareja que presentó el mayor IA general fue la P_4, seguida por P_2 y P_3, y P_1, respectivamente.

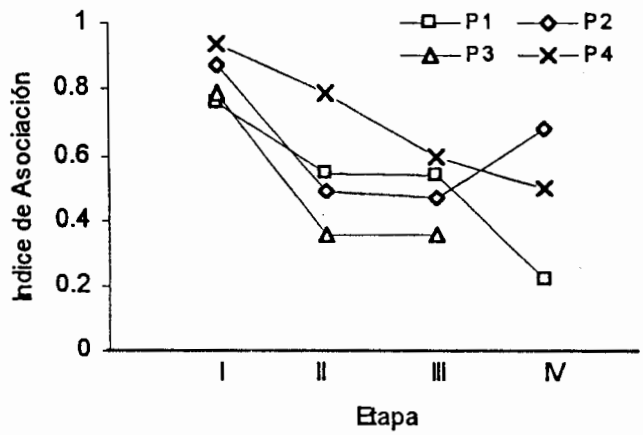

Fig. 9. Índice de asociación durante cada una de las etapas.

b) Lactancias.

La duración promedio de las lactancias fue de 21.34 ± 10.54 minutos (n=209). Las hembras más jóvenes (1 y 2) fueron las que presentaron los valores más altos en los parámetros relacionados con la alimentación de las crías (Tabla 8). La hembra de mayor edad (H_4) fue la que presentó la menor proporción de amamantamiento. La proporción y frecuencia del amamantamiento tienen una relación de reciprocidad presentando tendencias similares a través del tiempo: los valores más altos se observaron al inicio del estudio y fueron disminuyendo gradualmente; únicamente la hembra 1 no siguió este patrón, presentando un aumento durante la etapa final (Fig. 10).

Tabla 8. Valores de los parámetros relacionados con las lactancias.

Hembra	n	D_t	D_p	t
1	42	745	17.94	16620
2	49	1025	20.92	18984
3	31	456	14.71	12300
4	22	372	16.9	13260

n: número de lactancias, D_t: duración total (minutos), D_p: duración promedio (minutos), y t: tiempo total de observación (minutos).

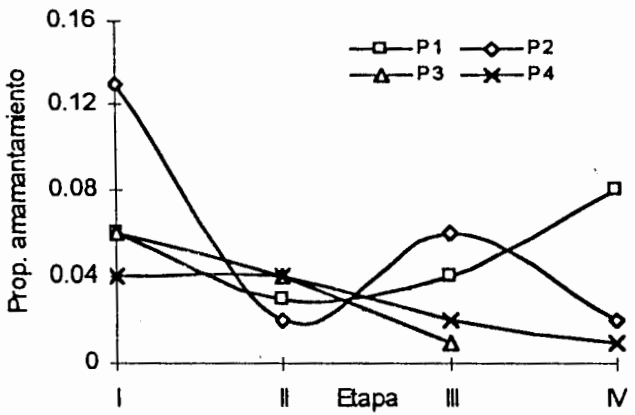

Fig. 10. Proporción del amamantamiento (PA) en cada etapa.

Se encontró correlación entre el índice de asociación y la proporción de las lactancias (r_s = 0.81, P< 0.00003), lo que podría suponer que la lactancia se ve favorecida por la asociación, pero no representa el único factor.

La frecuencia con la que las hembras alimentaban a sus crías se analizó por la hora del día. Se encontró que la hembra 1 tuvo una tendencia a una distribución unimodal; la hembra 2 presentó una distribución trimodal, la hembra 3 también presentó este tipo de distribución con picos no claramente definidos en la segunda moda; finalmente la hembra 4 presentó una distribución que se asemeja a una uniforme, sin la presencia evidente de una hora predilecta para alimentar a su cría. (Fig. 11).

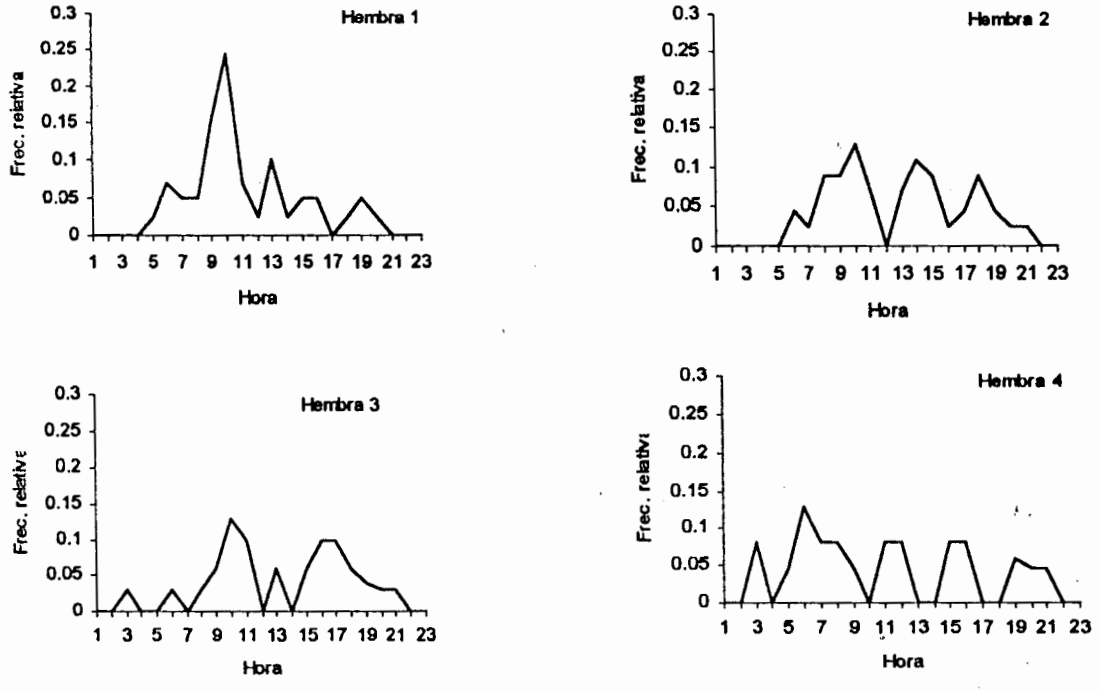

Fig. 11. Distribución de frecuencias del amamantamiento de cada hembra durante el día.

Sin embargo, se encontró un patrón entre las cuatro hembras. Aparentemente se presenta una preferencia de alimentar a las crías durante las primeras horas del día y hasta las 10:00 h aproximadamente (Fig. 12)

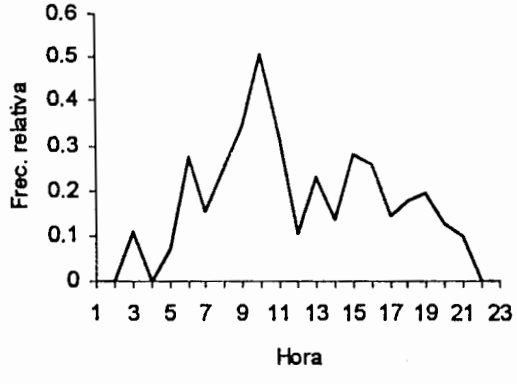

Fig. 12. Distribución de frecuencias de los trenes de amamantamiento de las cuatro hembras.

No se encontró relación entre la tasa de crecimiento y la proporción de tiempo del amamantamiento ($R^2 = 0.1$, $P>0.05$) (Fig. 13).

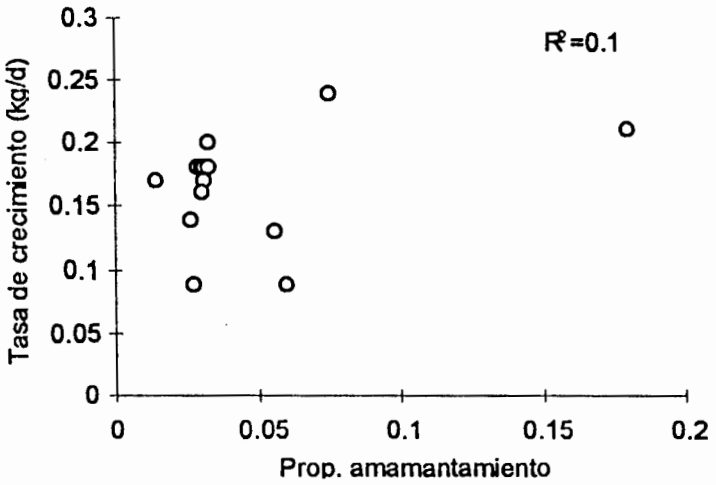

Fig. 13. Relación entre la proporción de amamantamiento (PA) y la tasa de crecimiento del crío (TC).

6.4.4. Periodo perinatal y conducta individual en agua (viajes de alimentación).

La duración promedio del periodo perinatal fue de 4.33 ± 1.15 días para las 4 hembras y de 4.5 días considerando a otras 5 hembras identificadas. Se observó que existía una alta correlación (r^2 = 0.93, P<0.05) entre el peso de las crías al nacer y el tiempo que transcurrió hasta que la madre hizo su primer viaje de alimentación.

El promedio de la duración de los viajes de alimentación de las 4 hembras fue de 1.3 ± 0.6 días; utilizando registros de otras 16 hembras marcadas observadas durante los censos, se estimó un promedio de duración de viajes de alimentación de 1.32 ± 0.6 días, y un promedio general para las 20 de 1.31 ± 0.63 (Tabla 9). No se encontró diferencia en la duración de los viajes entre las 20 hembras (F = 0.308, P>0.05), ni relación al aplicar una correlación entre la tasa de crecimiento y la duración de los viajes de las 4 hembras en estudio (r^2 = 0.63, P>0.05).

Tabla 9. Duración promedio de los viajes de alimentación de 20 hembras observadas.

Hembra (marca)	Número de viajes	Duración promedio (días)
1*	10	1.6
2*	10	1.5
3*	6	2.4
4*	12	1.5
34	9	1.96
122	4	2.45
72	9	1.46
173	6	2.5
112	5	0.96
VLI	7	1
39	6	1.06
24	4	1.4
57	4	0.96
14	4	1.46
002	4	0.96
131	3	1
134	6	1.46
59	4	0.5
40	3	1.06
123	9	1.4
Promedio		1.31 ± 0.63

La frecuencia de los viajes se incrementó de 5 en la primera etapa hasta 16 en la tercera (Fig. 14); la disminución en la cuarta etapa puede ser un efecto del muestreo.

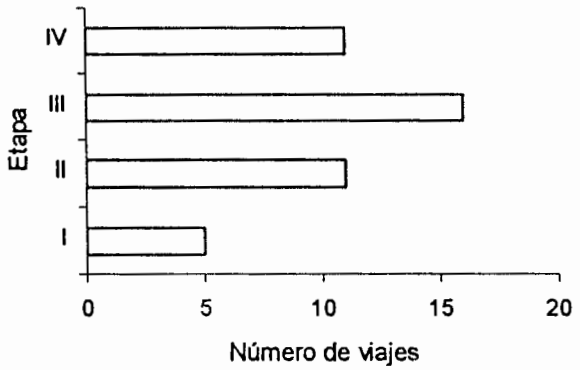

Fig. 14. Frecuencia de los viajes de alimentación durante cada etapa.

La proporción de tiempo total que cada una de las hembras empleó en los viajes de alimentación corresponde con el número de viajes que realizaron, a excepción de la hembra 3. La hembra 4 que presenta la mayor proporción (73%) realizó 12 viajes, seguida por la hembra 1 (56%) con 10 viajes, la hembra 2 (53%) con 8 y la hembra 3 (57%) con 6. Esta proporción varió significativamente en el tiempo (χ^2_r= 2.5, P>0.05).

Se encontró una alta correlación entre la tasa de crecimiento de las crías y la proporción de tiempo en el que las hembras estaban en viaje (r^2 = 0.9, P<0.05) (Fig. 15). Este resultado sugiere que el desarrollo de las crías, en términos exclusivamente de la ganancia en masa, está fuertemente ligado al tiempo que las madres requieran para alimentarse; es decir, la

eficiencia de las hembras tanto en la captura de presas como en la producción de leche y mantenimiento propio, determinan sus salidas al mar y por lo tanto influyen directamente en la velocidad de crecimiento de las crías.

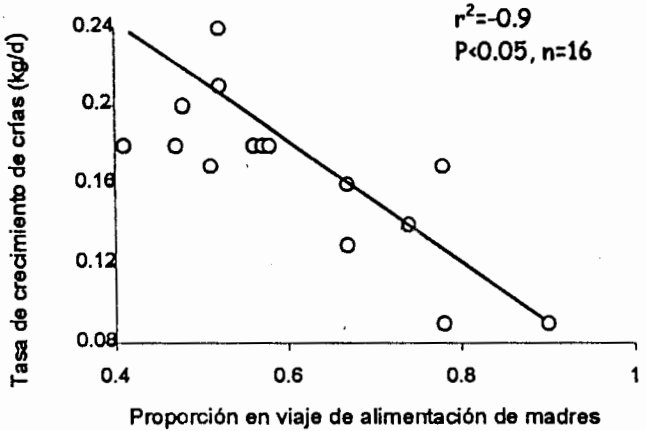

Fig. 15. Relación entre la proporción en viajes de alimentación de las hembras y la tasa de crecimiento.

Se realizaron pruebas de correlación entre la proporción de tiempo fuera de la lobera y las características de las hembras, tales como la masa (r^2 = 0.13, P<0.05), el factor de condición (r^2 = 0.62, P<0.05) y la edad (r^2 = 0.57, P<0.05). Aparentemente el factor de condición y la edad fueron los parámetros más asociados con la frecuencia de los viajes de alimentación, pudiendo significar que la H4 (de menor factor de condición y mayor edad) pudo tener menor éxito de alimentación o deficiencias metabólicas producto de la edad.

7. DISCUSIÓN.

Las estrategias maternas de los pinnípedos son categorizadas como dicotómicas ya que en los dos grandes grupos se exhiben diferentes patrones. Estos patrones son denominados como "estrategia de ayuno" que se presenta en los fócidos, y "estrategia del ciclo alimentario" en los otáridos. La estrategia del ciclo alimentario se caracteriza por: 1) reservas moderadas de energía usadas para mantenerse en el periodo perinatal, seguidas por viajes de alimentación al mar alternados con visitas a tierra para alimentar al crío, 2) una lactancia prolongada, 3) leche relativamente baja en grasas (19-50%), y 4) tasas de crecimiento bajas en las crías (Bonness *et al.*, 1994). El objetivo de este estudio fue identificar las variables de conducta maternas que afectan el desarrollo de las crías, considerando para tal efecto la conducta individual en tierra, la conducta social, la conducta de asistencia materna y los viajes de alimentación. El desarrollo de las crías se evaluó en términos de la tasa de crecimiento y su estado nutricional empleando el factor de condición como un indicador; la edad de las madres, su masa corporal y su factor de condición fueron tomados en cuenta como las características asociadas con la talla y desarrollo de las crías. Se trabajó bajo las siguientes hipótesis: 1) las hembras de mayor talla tendrán crías de mayor tamaño y en mejor condición, 2) los patrones de asistencia materna cambiarán en el tiempo y de acuerdo a la edad y experiencia de las hembras, y 3) la estrategia de conducta reflejará la experiencia de las hembras y será reflejada a su vez en el crecimiento de las crías.

El crecimiento del lobo marino sigue la curva de Bertalanffy con un crecimiento lineal durante los primeros meses de vida, La asíntota se alcanza cerca de los 4 años de edad para las hembras y 7 para los machos (Lluch, 1969). Para el lobo marino de California, se ha reportado una ganancia en masa de 0.132 kg/día para individuos neonatos de las poblaciones de California (Bowen *et al.,* 1994). En el presente estudio, la tasa de crecimiento promedio estimada fue de 0.17 kg/día, sin que se presentaran diferencias entre sexos. Esta tasa corresponde únicamente a los primeros tres meses de vida y muy probablemente se modifique a través del tiempo. La especie presenta un marcado dimorfismo sexual en la etapa adulta, ya que los machos alcanzan los 290 kg mientras que las hembras pesan en promedio 90 kg; las diferencias entre sexos deberían observarse desde el nacimiento (Fisher, 1930), sin embargo esto no se presenta siempre, como lo demostró Trillmich (1986) en *Arctocephalus galapagoensis*. Los resultados obtenidos en este estudio pueden suponer que en los lobos marinos de California neonatos el crecimiento no es significativamente diferencial entre sexos, sino que la diferencia comienza a manifestarse gradualmente durante los primeros meses de vida y se hace evidente en la etapa juvenil.

Para las crías de la región Norte del Golfo de California se estimó durante el verano de 1996 un factor de condición alrededor de 1.6 g/cm^3 (Luque, datos no publicados), para Los Islotes se estimó en 1.88 g/cm^3 en el mismo periodo. Esta diferencia confirma los resultados presentados por Aurioles-Gamboa (1996) en los cuales se expone que los individuos de esta lobera tenían una condición promedio por encima de la encontrada en otras y que se habría incrementado en los últimos tres años. Estos resultados pueden indicar que el estado físico de los animales de Los Islotes es superior al de otras colonias y que esta condición se encuentra influenciada por la disponibilidad de alimento, lo cual también es apoyado por la tasa de crecimiento individual observada en el presente estudio.

Diversos factores pueden influir en los patrones de crecimiento individual, como por ejemplo, la estructura de la población, la variabilidad interanual de las fechas de nacimiento, la disponibilidad de alimento en la región, o bien una incorrecta estimación (Hammill *et al.,* 1995). De los 15 críos estudiados solamente el crío 4 se encontró con condición baja. Un aspecto que llama la atención fue la elevación generalizada del factor de condición durante la tercera etapa del muestreo, que pudo estar afectada por diferentes factores. Una razón podría ser un error en la medición; otra posibilidad es que entre los últimos días de julio y los primeros de agosto, la disponibilidad de presas para las hembras haya sido superior al resto del tiempo de muestreo, con lo que la producción de leche pudiera haberse incrementado o la cantidad de grasas contenida en la leche hubiera aumentado.

Todas las hembras exhibieron un aparente patrón general de actividad, siendo significativamente más activas durante las horas de luz. Las principales actividades realizadas fueron las acuáticas y la alimentación de la cría, el desplazamiento en tierra es poco en esta especie y se presenta principalmente en situaciones de peligro o en relación a conductas agonísticas dirigidas (García-Aguilar, obs. pers.). Los resultados indican una variable pero inequívoca sincronización relacionada con la puesta del sol. La luz solar puede ser probablemente un estimulante de la actividad de los lobos marinos en general, poniendo de manifiesto la existencia de posibles ritmos, tal como se ha sugerido para otras especies de mamíferos (Cloudsley-Thompson, 1961). Las hembras fueron más activas entre las 11:00 y las 16:00 h; todas redujeron su permanencia en el agua durante las horas de la tarde y noche. En estudios previos se observó que las variables de mayor relevancia en la actividad acuática cercana a las loberas durante el día son la temperatura ambiental y el estado del mar (García-Aguilar, 1995), durante este estudio no se midieron las condiciones ambientales, sin embargo, la disminución de actividad vespertina se relaciona a una disminución de la temperatura. Aparentemente hay una relación entre el inicio de actividad de los lobos con la actividad de las aves con las que comparten espacio; esta actividad comienza alrededor de las 6:00 h y finaliza cerca del crepúsculo, es decir, hacia las 17:00 h. Desafortunadamente, no existe información disponible al respecto para

comparar nuestras observaciones. El número de observaciones realizadas durante la noche corresponden a un 25% del total, este bajo número estuvo influenciado por dos aspectos: 1) la visibilidad no fue siempre la adecuada, por lo que es probable que no se haya logrado observar a las hembras aunque se encontraran en la lobera, y 2) los viajes de alimentación de las hembras se realizan principalmente durante la tarde y la noche (Feldkamp *et al.*, 1989).

Se encontró que el tiempo que las madres permanecían con sus crías y con otros individuos se modificó, aumentando el tiempo con otras hembras conforme avanzaba la temporada. Estos cambios pueden estar influenciados por dos aspectos: 1) la agresividad posparto de las hembras es muy elevada, lo que origina que permanezcan menos tiempo en contacto con otros individuos, después de un tiempo esta agresividad se reduce y es posible el establecimiento de una convivencia mayor (Morales, 1990), y 2) durante las primeras semanas de vida, los críos buscan la compañía de sus madres, y estas a su vez tratarán de permanecer el mayor tiempo posible con ellos, fomentando esta manera el reconocimiento sonoro y olfativo. La dependencia de las crías va disminuyendo con la adquisición de mayor movilidad y la formación de grupos entre ellos como una estrategia de juego, defensa y aprendizaje (Trillmich, 1981; Da Silva & Terhuse, 1988; Gisiner & Schusterman, 1991; Harcourt, 1992).

Las diferencias encontradas entre la sociabilidad de las hembras podrían ser un reflejo de dos situaciones. Por una parte, se pudo haber manifestado el efecto de la perturbación ocasionada por las capturas, lo que provocó que la hembra 1 se mantuviera ajena a los grupos y acompañada únicamente por su cría durante la primera etapa del muestreo; o bien, el grado de socialización podría reflejar la importancia de la edad y tamaño de las hembras, ya que se observó que a menor edad y tamaño son menos sociables que las hembras más viejas.

En estudios realizados en otras especies se ha manifestado la importancia de los aspectos sociales en el desarrollo y supervivencia de las crías; el grado de agresividad en las hembras se puede considerar como una importante y potencial manifestación de cuidado materno (Stirling, 1975; Marlow, 1975). La defensa parental puede ser tratada como un problema de optimización en el cual la defensa resulta en la maximización de la diferencia entre los beneficios (incrementar la probabilidad de supervivencia de las crías) y los costos (decremento en la probabilidad de la supervivencia materna o de la reproducción en años posteriores) (Harcourt, 1991). La agresividad fue mayor en las hembras más grandes; se encontró una baja relación entre el grado de agresividad con la tasa de crecimiento.

La relación madre-cría es de suma importancia ya que de ella depende el desarrollo y supervivencia de los cachorros y sienta las bases de la organización social (Wittenberger, 1980). El grado de asociación entre hembras y crías fue disminuyendo en el tiempo,

condición que se presenta por la independencia de las crías conforme crecen. En los pinnípedos, como en otros grupos de mamíferos, se crean grupos de individuos jóvenes que a través del juego comienzan su aprendizaje. Otro aspecto importante es la manifestación del estro en las hembras, cuando se aproxima el momento del apareamiento las hembras de lobo marino permanecen mayor tiempo en el agua ya que es en este medio donde se realizan la mayor parte de las cópulas en el Golfo de California (Heath, 1989). Si se considera que las cópulas se presentan aproximadamente 8 semanas después de los partos, la proporción de tiempo que pasen alejadas de su cría se incrementa en estas fechas.

La relación entre esfuerzo de lactancia con la tasa de crecimiento es baja. Este resultado muestra que la medida del tiempo que emplee la cría en alimentarse no se refleja en su crecimiento, existe un esfuerzo crítico en donde el crecimiento se detiene y más allá es inútil. Probablemente es el volumen de leche que realmente esta succionando o la calidad de esta lo que determina su crecimiento. Resultados similares fueron expuestos por Ortiz *et al.* (1984) en un estudio realizado con elefante marino del Sur (*Mirounga leonina*) y por Le Boeuf (1978) en el elefante marino del Norte (*Mirounga angustirostris*).

El grado de asociación entre las parejas madre-cría no presentó un patrón claro en términos de la edad de las hembras. La hembra de mayor edad (H_4) fue la que permaneció más tiempo acompañada de su cría, mientras que la hembra más joven (H_1) presentó los menores valores; sin embargo, la hembra 4 fue la que tuvo el menor valor de la proporción y frecuencia de la lactancia. El tiempo que las hembras dedicaron a alimentar a sus crías fue notablemente mayor al inicio de las observaciones, principalmente durante el periodo perinatal y fue disminuyendo gradualmente.

Se encontró que el índice de asociación y la proporción de la lactancia estaban relacionadas de manera exponencial debida a la existencia de ritmos biológicos relacionados a los periodos de alimentación. Las hembras más jóvenes concentraban los periodos de alimentación de las crías durante el día, mientras que las de mayor edad tenían una clara tendencia a distribuir uniformemente estos periodos; probablemente esta distribución diferencial de la alimentación a la cría se debe a la experiencia de las hembras más viejas en la distribución del tiempo que dedican a cada actividad.

La duración del periodo perinatal representa de manera indirecta el esfuerzo realizado por la hembra durante los últimos meses de gestación y por tanto, el costo energético empleado (Lunn & Boyd, 1993a). El periodo perinatal encontrado en las hembras en la lobera Los Islotes fue menor al reportado en estudios anteriores para otras poblaciones. Se estimó una duración promedio de 4.5 días en 9 hembras observadas en contraste con lo reportado para la población de California entre 6 y 7 días promedio (Costa, 1993). La corta duración del periodo perinatal pudo deberse a la ausencia de depredadores terrestres de

riesgo para las crías o al buen estado nutricional de las hembras. Generalmente los lobos marinos buscan islas de mediana dimensión en donde el peligro de ser atacados por perros, coyotes u otros depredadores es mínimo, aún cuando las gaviotas puedan representar un depredador para las crías (Aurioles-Gamboa & Llinas, 1987). La hembra que presentó la menor duración fue la 4 (2 días) y las de mayor duración tuvieron 6 días.

El peso al nacer es importante para la supervivencia y se encuentra relacionado con el estado nutricional de las hembras (Boyd &McCann, 1989). La energía total invertida en el crecimiento del feto es una pequeña proporción de la energía total utilizada para la crianza del crío hasta el destete (Anderson & Fedak, 1987). Diversos autores (Trillmich, 1986; Ortiz *et al.,*1984; Bowen *et al.,* 1994; Fedak *et al.,* 1996; Lunn & Boyd, 1993b) mencionan que el tamaño de la cría al nacer es una función de la talla de la madre; hembras de mayor tamaño y edad tendrán hijos de mayor peso comparado con hembras jóvenes y pequeñas, sin embargo, este patrón no se presenta siempre. Algunas hembras grandes, y generalmente viejas, tienen más experiencia en los eventos reproductivos, lo que les da la capacidad de adoptar diferentes estrategias para aumentar su éxito reproductivo, como por ejemplo utilizan relativamente poca energía de sus reservas y producen crías pequeñas o no se reproducen cada año (Arnborn *et al.*, 1994). Las hembras pequeñas que producen crías de relativo alto peso utilizan una gran parte de sus reservas, lo que les puede ocasionar deterioros en su reproducción futura e incluso en su supervivencia (Huber, 1987), pero si producen crías de talla pequeña, éstas tienen menos posibilidades de sobrevivir hasta la etapa juvenil (Fedak *et al.*, 1996). La intensidad de la lactancia durante el periodo perinatal está determinada por la importancia de la reserva energética de las crías para soportar su primer ayuno durante el primer viaje de alimentación de las madres (Trillmich, 1990).

Los viajes de alimentación no presentaron diferencia en su duración entre las hembras ni a lo largo de la temporada. Generalmente, el primer viaje es más largo, las hembras llegan a las áreas de reproducción 1 o 2 días antes de parir y permanecen en tierra durante varios días después del parto, razón por la cual el primer viaje es de mayor duración con respecto a los demás (Trillmich, 1990; Lunn & Boyd, 1993a). Investigaciones anteriores han mostrado que la duración de los viajes de alimentación varía en el tiempo y entre animales (Lunn *et al.,* 1993), sin embargo, en nuestro estudio este patrón no se presentó. Este resultado da lugar a dos posibles conclusiones no excluyentes: 1) el esfuerzo realizado por las hembras en conseguir alimento fue semejante, reflejándose en un éxito similar, y 2) la abundancia, distribución y disponibilidad de las presas no varió en el tiempo, determinado parcialmente la primera conclusión.

El hecho de que las hembras salieran a alimentarse cada vez con mayor frecuencia, pudo deberse a una mayor demanda de nutrientes por parte de las crías conforme iban

creciendo, lo que obligaba a sus madres a buscar más alimento ya que el incremento de tiempo en el mar está fuertemente relacionado con el aumento en el contenido de grasas en la leche materna (Trillmich, 1990). La diferencia en la frecuencia con que las hembras salieron al mar puede ser un reflejo de su estado nutricional, lo que se apoya en los datos del factor de condición estimado.

El incremento en el tiempo que la madre permanece en el mar es benéfico para ella y su cría si así se establece el balance del sistema madre-cría y se lograr mantener (Trillmich, 1990); para compensar la ausencia prolongada, se incrementa la cantidad de grasas en la leche, sin que esto signifique un mayor volumen de leche producida (Ono *et al.*, 1987).

La principal variable que influyó en el desarrollo de las crías fue la frecuencia con la que las madres salían a alimentarse. La relación está dada principalmente en términos de la cantidad de grasas y proteínas que las hembras transfieren a sus crías a través de la leche. La leche de los pinnípedos es muy rica en el contenido de grasa en comparación con los mamíferos terrestres (entre 30-60%), y varían las proporciones de sus elementos conforme transcurre el tiempo para mantener el equilibrio hídrico de las hembras (Gaskin, 1982; Hammill *et al.*, 1991), varios estudios han demostrado que la dieta materna y la nutrición juegan el papel más importante en la habilidad de las madres en reunir los elementos necesarios para la secreción de la leche (Iverson, 1993).

El contenido de grasa en la leche se ha correlacionado con la duración de los viajes de alimentación y comparado entre varias especies de otáridos; sin embargo, los cambios individuales en los viajes de alimentación de las hembras se presentan más en términos de ajustes propios en la composición de la leche (Trillmich & Lechner, 1986; Iverson, 1993). La variación en los viajes de alimentación entre hembras de una misma colonia está dada por la obligación individual de satisfacer necesidades puntuales. En nuestro estudio no se presentaron diferencias en la duración de los viajes de alimentación, pero sí en su frecuencia. Esto puede implicar que las hembras necesitaron el mismo tiempo para conseguir alimento, pero que algunas de ellas tuvieron que salir más a menudo por los gastos que implicaba la producción y secreción de leche. La relación que se encontró entre el desarrollo de las crías con la frecuencia con la que las madres salían a alimentarse pone de manifiesto que la capacidad de absorción y aprovechamiento del alimento no fue semejante entre las hembras, por lo que la calidad de la leche pudo haber sido menor.

Un aspecto que pudo tener gran influencia en el crecimiento de las crías y que no fue considerado en este estudio, fue la conducta de los cachorros y su capacidad para el ayuno. Los crías presentan una mayor actividad o mayores niveles en la tasa metabólica cuando sus madres se encuentran fuera utilizando gran parte de sus reservas entre los periodos de alimentación y, consecuentemente, esto afecta la tasa de crecimiento estimada (Harcourt, 1992).

8. CONCLUSIONES.

1. Las crías de lobo marino de Los Islotes presentaron un factor de condición mayor al calculado en un estudio paralelo realizado en loberas del Norte del Golfo de California, con una tasa de crecimiento más alta y duración del periodo perinatal menor a lo reportado en la literatura para California; estos tres resultados reflejan el buen estado de la colonia.

2. La conducta en tierra de las hembras varió entre el día y la noche, siendo significativamente más activas durante las horas de luz; las conductas orientadas al descanso fueron las más frecuentes (alrededor del 80%), y no hubo cambios en los patrones de comportamiento individual entre las hembras ni en el tiempo.

3. Las hembras se observaron más activas durante la mañana, incluyendo los periodos de amamantamiento.

4. Las interacciones de las hembras jóvenes con otras hembras fueron bajas y se comportaron menos agresivas que las hembras viejas, lo que podría ser un indicativo de baja posición en la escala social.

5. La duración de los viajes de alimentación fue menor a la reportada para loberas del Norte del Golfo de California, sin que se presentaran cambios significativos entre las hembras ni en el tiempo. La frecuencia de los viajes se incrementó en el tiempo y fue diferencial entre las hembras, probablemente como una función del estado físico individual.

6. La frecuencia de los viajes de alimentación de las hembras fue la variable que más influyó en la tasa de crecimiento de las crías.

9. RECOMENDACIONES.

El conocimiento actual de los patrones de comportamiento de la mayoría de las especies animales en vida silvestre de México es poco conocido. Es de suma importancia considerar los cambios que se han presentado en los últimos años en los hábitats naturales para comprender la estructura de las sociedades animales y poder plantear planes de conservación y manejo adecuados.

Con este estudio pudimos observar que la colonia de lobos marinos localizada en Los Islotes se encuentra en buen estado comparada con otras colonias del Golfo de California, sin embargo, aún no podemos hacer predicciones sobre su comportamiento en los años siguientes. Es por esto que se recomienda hacer un seguimiento intensivo de esta y otras colonias para poder hacer estimaciones sobre el deterioro o conservación de las zonas donde habitan. Durante el tiempo de muestreo (verano de 1996) las condiciones ambientales y oceanográficas fueron normales, al año siguiente se presentó el fenómeno de El Niño; sería de gran importancia analizar el comportamiento de la población en este momento para determinar como afecta este fenómeno no solo la conducta de los animales, sino también su condición y tasa reproductiva.

Otra observación importante se refiere a la composición de la leche materna. Sería de gran ayuda que se analizara no sólo en esta lobera, sino en otras para comparar la calidad de la leche producida. Paralelo a esto, sería de gran interés analizar la dieta específica de las loberas y correlacionar estas variables con la velocidad de crecimiento de las crías y las tasas de reproducción y supervivencia.

Un aspecto que no debe dejar de observarse es con relación a los ajustes metodológicos. Con nuestro trabajo pudimos detectar algunos factores de relevancia, sería de gran beneficio aumentar el tamaño de muestra, ya que sólo se observó a 4 hembras para algunos parámetros; también sería recomendable realizar observaciones complementarias del comportamiento de las crías, y lograr hacer un seguimiento sistemático de estos animales en un tiempo más largo (cuando menos hasta el destete).

10. BIBLIOGRAFÍA

Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: Sampling methods. Behaviour. 49: 227-265.

Anderson, S.S.& M. Fedak. 1987. Grey seal, *Halichoerus grypus*, energetics: female invest more in male offspring. J. Zool. (London). 211: 667-679.

Arnborm, T.,M.A. Fedak & P. Rothery. 1994. Offspring sex ratio in relation to female size in southern elephant seals. Mar. Mammal Sci. 8: 37-43.

Aurioles-Gamboa, D. 1988. Behavioral ecology of California sea lions in the Gulf of California. Ph. D. Th., Univ. Cal. Santa Cruz.

Aurioles-Gamboa, D.& J. Llinas. 1987. Western gulls as a possible depredator of California sea lion pups. The Condor, 89: 923-924.

Aurioles-Gamboa, D.& F. Sinsel. 1988. Mortality of California sea lion pups at Los Islotes, Baja California Sur, México. J. Mamm. 69(1): 180-183.

Aurioles-Gamboa, D.& B. Le Boeuf. 1991. Effect of the El Niño 1982-1983 on California sea lions in Mexico. *In*: Pinnipeds and El Niño: Responses to environmental stress (K. Ono & F. Trillmich ed.). Springer-Verlag, Berlin. 112-118.

Aurioles-Gamboa, D. 1996. Variaciones en el factor de condición del lobo marino (*Zalophus californianus*). Memorias XXI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, Chetumal, Q. Roo.

Aurioles-Gamboa, D.& A. Zavala. 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.

Baker,J.R.,S.S. Anderson & M.A. Fedak. 1988. The use of ketamine-diazepam mixture to inmobilise wild grey seals (*Halichoerus grypus*) and southern elephant seals (*Mirounga leonina*). Vet. Rec. 123: 287-289.

Baker & Fowler. 1992. Pup weight and survival of northern fur seals *Callorhinus ursinus*. J. Zool. (London), 227: 231-238.

Barash, D.P. 1982. Sociobiology and behavior. Elserier Science Publishing Co. New York.

Bartholomew,G.A. 1970. A model for the evolution of pinniped polygyny. Evolution, 24: 546-559.

Bircoll, M., C. Cabot, C. Rusillo & D. Tano. 1994. A study of California sea lion (*Zalophus californianus*) pup suckling behavior on Los Islotes and the economic value of Los Islotes for the City of La Paz. School for Field Studies. Center of Marine Mammals Studies. Final Report.

Bonner, W.G. 1984. Lactation strategies in pinnipeds: Problems for a marine mammals group. Symp. zool. Lond. 51: 253-272.

Bonness, D.J.,W.D. Bowen & O.T. Oftedal. 1994. Evidencie of a maternal foraging cycle resembling that of otariid seals in a small phocid, the harbor seal. Behav. Ecol. Sociobiol. 34: 95-104.

Bowen, W.D. 1991. Behavioral ecology of pinniped neonates. *In*: The behaviour of pinnipeds. D. Renouf (ed.), Chapman and Hall: 66-127.

Bowen, W.D.,O.T. Oftedal, D.J. Boness & S.J. Iverson. 1994. The effect of maternal age and others factors on birth mass in harbour seal. Can. J. Zool. 772:8-14.

Boyd, I.L. & T.S. McCann. 1989. Pre-natal investment in reproduction by female Antartic fur seals. Behav. Ecol. Sociobiol. 24: 377-385.

Clousdley-Thompson,J.L. 1961. Rhytmic activity in animal physiology and behavior. Academic Press, New York.

Cody, M.C. 1974. Optimization in ecology. Science, 183: 1156-1164.

Costa, D. 1991. The behaviour of pinnipeds. D. Renouf (ed.). Chapman and Hall.

Costa, D. 1993. The relationship between reproductive and foraging energetics and the evolution of the Pinnipedia. Symp. of the Zool. Society of London No. 66. I.L. Boyd (ed.) Clarendon Press, Oxford: 293-315.

Da Silva, J.& J.M. Terhuse. 1988. Harbor seal grouping as an anti-depredator strategy. Anim. Behav. 36: 1309-1316.

Daniel, W. 1984. Bioestadística. Limusa, México D.F. 435 pp.

Fedak, M.A., T. Arnbom & I.L. Boyd. 1996. The relation between the size of southern elephant seal mothers, the growth of their pups and the use of maternal energy, fat and protein during lactation.

Feldkamp, S.D., R.L. DeLong & A. Antonelis. 1989. Diving patterns of California sea lion, *Zalophus californianus*. Can. J. Zool. 67: 872-883.

Fisher, R. A. 1930. The genetical theory of natural selection. Oxford Univ. Press, Oxford.

Gallo, J.P. 1994. Factors affecting the population status of Guadalupe fur seal *Arctocephalus towsendi* (Merriam, 1897) al isla Guadalupe, Baja California, México. Ph. D. Thesis. Univ. Cal. Santa Cruz. 199 p.

García, M.C. 1995. Formación y dinámica de grupos de flotación de hembras de lobo marino de California (*Zalophus californianus*) en la lobera Los Cantiles, isla Ángel de la Guarda, Golfo de California durante lastemporadas de 1993 y 1994. Tesis de Licenciatura. UAG.

Gaskin, D.E. 1982. The ecology of whales and dolphins. Heinemann Educational Books, London.

Gentry, R.L., D. Costa, J. Croxall, J. David, R. Davis, G. Kooyman, P. Majluf, T. McCann & F. Trillmich. 1986. Synthesis and conclusions. pp: 209-219. *In*: Fur seals: maternal strategies on land and at sea. R.L. Gentry & G. Kooyman ed. Princeton Univ. Press, Princeton.

Gisiner, R. & R.J. Schusterman. 1991. California sea lion pups play an active role in reuinons with their mothers. Anim. Behav. 41: 364-366.

Guinness, F.E.,T.H. Clutton-Block & S.D. Albon. 1978. Factors affecting calf mortality in reed deer. J. Anim. Ecol. 47: 817-832.

Hammill, M. O., C. Lydersen, M. Ryg & G. Smith. 1991. Lactation in the Ringed seal (*Phoca hispida*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48: 2471-2476.

Hammill, M.O., M.C.S. Kingsley, G.G. Beck & T.G. Smith. 1995. Growth and condition in the Northwest Atlantic harp seal. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 478-488.

Harcourt, R. 1992. Factors affecting early mortality in the South American fur seal (*Arctocephalus australis*) in Peru: density-related and predation. J. Zool. London. 222: 259-270.

Harcourt, R. 1991. Maternal aggression in the South American fur seal in Peru. Can. J. Zool. 70: 320-325.

Heath, C. 1989. The behavioral ecology of the California sea lion, *Zalophus californianus*. Ph. D. Th., Univ. Calif. Santa Cruz.

Hernández, C. & D. Aurioles-Gamboa. 1997. Fecuandidad tardía en hembras marcadas de *Zalophus californianus* de Los Islotes, Bahía de La Paz, México. Memorias de la XXII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Nuevo Vallarta, Nayarit, México. 27 abril-1 mayo, 1997.

Higgins, L.V., D.P. Costa, A.C. Huntley & B.J. Le Boeuf. 1988. Behavioral and physiological measurements of maternal investment in the steller sea lion, *Eumetopias jubatus*. Marine Mammals Science 4(1): 44-58.

Huber, H.R. 1987. Natality and weaning succes in relation to age of first reproduction in northern elephant seals. Can. J. Zool. 65: 1311-1316.

Iverson, S. 1993. Milk secretion in marine mammals in relation to foraging: Can milk fatty acids predisct diet? Symp. of the Zool. Society of London No. 66. I.L. Boyd (ed.) Clarendon Press, Oxford: 263-292.

Jensen, B., D. Vongraven & M. Ekker. 1995. Maternal investment in male and female grey seals pups. XI Biennal Conf. on the Biology of Matine Mammals. Orlando, Florida.

King, J. 1983. Seals of the world. British Museum Nat. Hist. London.

Lariviere, S., J. Hout & C. Samson. 1994. Daily activity patterns of female black bears in a northern mixed-forest environment. J. Mamm. 75(3): 613-620.

Le Boeuf, B. 1978. Social behavior in some marine and terrestrial carnivores. In: E.S. Resse & F.J. Lighter (ed) Contrast in Behavior, John Wiley & Sons Inc. 251-279.

Le Bouef, B., D. Aurioles, R. Condit, C. Fox, R. Gisiner, R. Romeo & F. Sinsel. 1983. Size and population of the California sea lion population in Mexico. Proceedings Calif. Acad. Sci. 43(7): 77-85.

Lluch, D. 1969. Crecimiento y mortalidad del lobo marino de California *Zalophus californianus californianus*. An. Esc. nac. Cienc. biol., México. 18: 167-189.

Lunn, N.J. & I.L. Boyd. 1993a. Effects of maternal age and condition on parturition and the perinatal period of Antarctic fur seals. J. Zool. Lond. 229:55-67.

Lunn, N.J. & I.L. Boyd. 1993b. Influence of maternal characteristics and environmental variation on reproduction in Antartic fur seals. Symp. of the Zool. Society of London No. 66. I.L. Boyd (ed.) Clarendon Press, Oxford. 115-176.

Lunn, N.J., I.L. Boyd, T. Barton & J.P.Croxall. 1993. Factors affecting the growth rate and mass at weaning of Antactic fur seals at Bird Island, South Georgia. J. Mamm. 74(4): 908-919.

Martin, P. & P. Bateson. 1987. Measuring behaviour: An introductory guide. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Marlow, B.J. 1975. The comparative behavior of the Australian sea lion, *Neophoca cenerea* and *Phocarctos hookeri*. Mammalia. 39: 159-230.

McNeill, R. 1981. The Chordates. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Morales, B. 1990. Parámetros reproductivos del lobo marino de la Isla Angel de la Guarda, Golfo de California, México. Tesis de Maestría, Fac. de Ciencias, UNAM.

Morales, B. & A. Aguayo. 1992. Nacimientos 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.

Ono, K.A., D.J. Boness & O.T. Oftedal. 1987. The effects of natural environmental disturbance on maternal investment and pups behavior in the California sea lions. Behav. Ecol. Sociobiol. 21: 109-118.

Ortiz, L.., B.J. Le Boeuf & D. Costa. 1984. Milk intake of elephant seal pups: an index of parental investment. The Am. Naturalist., 124 (3): 416-422.

Orr, R.T., J. Schonewald & K.W. Kenyon. 1970. The California sea lion: skull growth and a comparation of two populations. Proceedings of the Calif. Academy of Sciences. 37(11): 381-394.

Peterson, R.S. & G.A. Bartholomew. 1967. The natural history and behavior of the California sea lion. The Am. Society of Mammalogist.

Renouf, D. 1991. The behaviour of pinnipeds. Chapman & Hall, Univ. Press. Cambridge.

Riedman, M. 1990. The pinnipeds: seals, sea lions and walruses. Oxford Univ. Press, Oxford.

Samson, C. & J. Hout. 1995. Reproductive biology of female black bears in relation to body mass in early winter. J. Mamm. 76(1): 68-77.

Stirling, I. 1975. Adoptive suckling in pinnipeds. J. Aust. Mammal. Soc. 1: 389-391.

Sweitzer, R. & J. Berger. 1993. Seasonal dynamics of mass and body condition in great basin porcupines (*Erethizon dorsatum*). J. Mamm. 74(1): 198-203.

Thompson, D. & M. Fedak. 1995. Models of maternal investment in phocid seals. XI Biennal Conf. on the Biology of Marine Mammmals. Orlondo, Florida.

Trillmich, F. 1981. Mutual mother-pup recognition in Galapagos fur seals and sea lions: cues used and functional significance. Behaviour. 78: 21-42.

Trillmich, F. 1986. Maternal investment ans sex-allocation in the Galapagos fur seal, *Arctocephalus galapagoensis*. Behav. Ecol. Sociobiol. 19: 157-164.

Trillmich, F. 1990. The behavioral ecology of maternal effort in fur seals and sea lions. Behaviour 114:

Trillmich, F. & E. Lechner. 1986. Milk of the Galapagos fur seal and sea lion, with a comparation of the milk of eared seals (Otariidae). J. Zool. London. 209: 271-277.

Trivers, R.L. 1972. Parental investment and sexual selection. In: Campbell (ed) Sexual selection and the decent of man. Heinemann, London.

Wittenberger, J.F. 1980. Gruops size and poligamy in socials mammals. Am. Naturalist. 115: 192-222.

Zavala-G., A. 1993. Biología poblacional del lobo marino de California (*Zalophus californianus*) en la Región de las Grandes Islas del Golfo de California, México. Tesis de Maestría, Fac. de Ciencias, UNAM.

Comunicaciones personales.

Aurioles-Gamboa, D. & Luque F.,S. Dpto. de Biología Marina y Pesquerías, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN). Av. Instituto Politécnico Nacional s/n, Playa El Conchalito, La Paz, B.C.S., C.P. 23000, México.

Galindo-M., F. Departamento de Fauna Silvestre y Etología, Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito de la Investigación Científica, CU. Coyoacan 04510, México D.F., México.

Anexo 1

Categorías de edad y sexo de lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*)*.

Machos adultos (Ma). Tienen una longitud que varía entre los 2.0 y 2.5 m, su color es gris, café obscuro o negro. Son individuos mayores de 9 años de edad (Peterson y Bartholomew 1967; Orr *et al.* 1970); su cuello es grueso y presentan la cresta sagital muy desarrollada.

Machos subadultos (Msa). Miden entre 1.5 a 2.0 m de longitud, su color es similar al de los machos adultos, el cuello y la cresta sagital están menos desarrollados. La cresta comienza a desarrollarse a partir de los 5 años (Orr *et al.* 1970) coincidiendo con la madurez sexual; son individuos que fluctúan entre los 5 y 9 años.

Hembras adultas (He). Tienen una longitud entre 1.4 1.6 m, su color es café claro o crema: No presentan la cresta sagital desarrollada y su cuello es menos grueso. Alcanzan la madurez sexual a los 5 años de edad (Lluch 1969).

Jóvenes (J). Tienen una longitud entre 1.0 a 1.3 m. Son individuos sexualmente inmaduros, tanto hembras como machos, su edad fluctúa entre 1 y 4 años. En esta categoría se incluye a los individuos desde el destete hasta antes de alcanzar la madurez sexual.

Crías (C). Se incluyen individuos de ambos sexos que aún no cumplen el año de vida. Son de color gris o café obscuro. Los machos tienen una longitud media al nacer de 75.5 ± 2.9 cm y las hembras de 72.3 ± 4.18 cm (Le Boeuf *et al.* 1983).

* Aurioles-Gamboa (1988), Le Boeuf *et al.* (1983), Aurioles-Gamboa y Zavala (1994).

GLOSARIO.

Categoría. Unidades naturales claramente diferenciables, relativamente esterotipadas.

Condición física. Aproximación puntual del estado nutricional de un organismo.

Estado. Patrones de conducta de larga permanencia, el rasgo sobresaliente es la duración; el inicio y término por sí solos pueden considerarse como un evento y ser analizados en términos de frecuencia.

Estrategia. Conjunto de patrones de conducta para alcanzar un objetivo definido.

Etograma. Registro del conjunto de movimientos o actividades espontáneos de un animal; describe las pautas de conducta.

Evento. Patrones de conducta de relativa poca duración, inicio y término registrados en el tiempo. El rasgo sobresaliente es la frecuencia de ocurrencia.

Fócidos. Grupo de pinnípedos generalmente de tallas pequeñas caracterizados por la ausencia de pinas, habitan principalmente en las zonas templadas a frías de ambos hemisferios.

Gregarismo. Tendencia de un grupo de animales a permanecer unidos, de esta unión se desprenden beneficios individuales.

Inversión parental. Inversión que realizan los padres en la cría con la finalidad de aumentar su probabilidad de supervivencia (y futura reproducción) con el riesgo de su propia vida o de su reproducción futura.

Medidas del comportamiento.

Latencia (medida en unidad de tiempo). Tiempo que transcurre de un evento específico hasta que se presenta el comportamiento.

Frecuencia (medida en unidades recíprocas de tiempo). Número de ocurrencias de un patrón conductual por unidad de tiempo. Medida de la tasa de ocurrencia.

Duración (medida en unidades de tiempo). Longitud del tiempo de inicio al término de un patrón conductual. Puede expresarse como frecuencia real, frecuencia relativa o en porcentaje.

Intensidad. Número de actos componentes por unidad de tiempo de en una actividad.

Muestreo focal. Tipo de muestreo que define parcialmenente el comportamiento; se emplea el etograma, definiendo el tiempo de duración de la observación total, se establecen intervalos de tiempo y se realizan observaciones puntuales (puntos de muestreo).

Otáridos. Grupo de pinnípedos caracterizados por la presencia de pinas y locomoción en tierra eficiente, habitan principalmente las zonas templadas y tropicales.

Patrón de comportamiento. Conjunto de pautas o categorías de conducta que se presentan de acuerdo a un esquema claramente definido en el tiempo.

Periodo perinatal. Periodo transcurrido entre el parto y la primera vez que la hembra se aleja de la cría para alimentarse. Se presenta en otáridos y algunos úrsidos.

Pinnípedo. Carnívoro anfibio que divide sus actividades en dos medios: en el agua se alimenta y en tierra se reproduce. Comprende a los fócidos y a los otáridos.

Poliginia. Tipo de poligamia en la que un macho se aparea con varias hembras, se puede presentar como harem o territorialidad.