



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

CAMPUS IZTACALA

“PATRONES DE BUCEO DE HEMBRAS Y CRIAS DE  
BALLENA GRIS (*Eschrichtius robustus*) EN LA  
LAGUNA SAN IGNACIO, BAJA CALIFORNIA SUR,  
MEXICO.”

BO 1315/97  
e.1

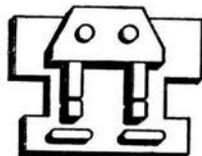
**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**B I O L O G O**

P R E S E N T A :

**ANTONIO MAURICIO CORTEZ AGUILAR**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

"La Imaginación es mas importante que el Conocimiento"  
-Albert Einstein

"El Conocimiento es Poder"

"Un gran poder siempre trae consigo una gran responsabilidad"  
- Peter Parker

#### A MIS PAPÁS

Porque por ellos soy quién soy para bien o para mal, gracias por el apoyo que desde que nací he recibido.

#### A MI HERMANO GUSTAVO

Gracias por tu amistad y las largas horas de "relajación" en la pantalla. Gracias Manuel.

#### A ARELY

Por ir contracorriente y soportarme tanto tiempo. Eres importante para mi.

#### A MIS AMIGOS

Todos vamos por el mismo camino. Ojalá podamos seguir construyendo anécdotas que recordar.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación "Ecología y genética poblacional de la ballena gris en la costa occidental de Baja California Sur" que dirige el M. en C. Jorge Urbán R., en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) y cuya temporada 96 estuvo amparada con el permiso del Instituto Nacional de Ecología (INE) y La Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) número DO070-(2).4772.

Son muchas las personas e instituciones que ayudaron a que este trabajo se consumara, entre ellas, quisiera agradecer a los siguientes:

Al Biól. Mario A. Salinas Zacarías por su confianza que espero no haber defraudado, su atinada co-dirección así como su ayuda para establecer los contactos necesarios para la realización de esta tesis.

Al Dr. Luis Medrano González por su ayuda en todo el análisis de resultados y en general por su co-dirección de la tesis.

Al M.en C. Jorge Urbán R. por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo. Gracias por aceptarme como miembro de su equipo de trabajo.

A la Compañía Exportadora de Sal S.A. (ESSA) por el apoyo brindado para el programa de investigación de la ballena gris de la UABCS para la temporada 96 de la cual, como se dijo, forma parte esta tesis.

Al coordinador del campamento Biól. Mar. Alejandro Gómez por su organización, camaradería, y la amistad brindada.

A Rodrigo Ruiz y Stefan Ludwig por la colaboración internacional, por su apoyo en las observaciones y sobre todo por su compañerismo y amistad que contribuyeron a hacer del campamento algo inolvidable, educativo y divertido. Gracias a mi veterinario de cabecera.

A los demás compañeros en el campamento: Jessica, Clementina, Mercedes y Víctor por su ayuda en las observaciones.

A "Nando" por su colaboración como motorista y al "Pollo" por su energética y engordadora comida, "¡Hay frijol!"

A todo el personal de ESSA por su apoyo para el mantenimiento del campamento durante los casi dos meses que duró la temporada.

A la Biól. Ma.Carmen García Rivas por abrirme las puertas a la investigación en éste hermoso campo de la biología al aceptarme como su servicio social.

A la Biól. Paloma Ladrón de Guevara Porras por sus enseñanzas en clase y en Bahía de Banderas. Gracias por todo Paloma.

A mis amigos compañeros de degeneración de la ENEP Iztacala, gracias por ser como son, su apoyo es importante.

A Daniel Castillo Lugardo por los consejos que me dió antes de irme a realizar el trabajo de campo así como su disposición de siempre para ayudarme y compartir conmigo su experiencia.

Y finalmente, y como un agradecimiento muy especial, a el ente más extraño en éste planeta, gracias a Arely G.S. porque gracias a ella me surgió el interés por el estudio de los mamíferos marinos, gracias también por todos los ánimos para llevar a su fin ésta tesis. Te agradezco en especial el haber aguantado la andropausia prematura de la que a veces soy víctima.

A aquellas personas que debido a mi pésima memoria haya olvidado mencionar, ofrezco una disculpa y... Thank you,... Merci,... Danke,... ¡GRACIAS!

Antonio Mauricio Cortez Aguilar.

# INDICE

<b>I. RESUMEN</b> .....	1
<b>II. INTRODUCCION</b> .....	3
<b>III. BIOLOGIA DE LA ESPECIE</b> .....	8
1. Sistemática .....	8
2. Morfología externa .....	8
3. Distribución .....	10
4. Alimentación .....	12
5. Reproducción .....	12
6. Comportamiento .....	13
7. Conservación .....	14
<b>IV. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION</b> .....	16
<b>V. AREA DE ESTUDIO</b> .....	18
<b>VI. METODOS</b> .....	21
1. TRABAJO DE CAMPO .....	21
Observaciones desde embarcación .....	23
Observaciones desde tierra .....	23
2. ANALISIS DE DATOS .....	23
<b>VII. RESULTADOS</b> .....	29
1. RELACION CONDUCTA Y DURACION DE APNEA .....	29
2. FACTORES DE VARIACION EN LA DURACION DE APNEA .....	38
Variación temporal en el conjunto de observaciones .....	38
Variación temporal en los mismos individuos .....	40
Variación en las observaciones desde tierra y embarcación .....	41
3. FORMA DEL GASTO ENERGETICO .....	42
4. CORRELACION HEMBRA-CRIA .....	44
<b>VIII. DISCUSION</b> .....	48
<b>IX. CONCLUSIONES</b> .....	58
<b>X. REFERENCIAS</b> .....	60
<b>XI. APENDICE</b> .....	70

## RESUMEN

Entre el 5 de febrero y el 26 de marzo de 1996 se realizaron navegaciones y observaciones desde tierra de hembras y crías de ballena gris (*E. robustus*) en la Laguna San Ignacio, BCS. (26°42', 27°00'N y 113°07', 113°18'W). Se registró la conducta en superficie así como los tiempos de duración de apnea por medio de observación simple utilizando un reloj digital. Se obtuvieron 60 registros que tuvieron un promedio de duración de 3185 seg. Las hembras tuvieron un promedio de duración de apnea de 84.5 seg y las crías de 36.2 seg. El desarrollo en la capacidad de realizar buceos prolongados de las crías se manifestó con un 9.9% de aumento en la duración de la apnea de un mes a otro. Las hembras siguieron cuatro patrones de distribución de tiempos de apnea, mientras que las crías sólo presentaron tres. Ambas coincidieron en una mayor frecuencia del buceo en trenes. Se encontró que la presencia y circulación de embarcaciones menores altera la frecuencia respiratoria de hembras y crías observándose una reducción para las primeras y un aumento para las segundas, no significando necesariamente un efecto negativo. Al analizar la correlación de tiempos de apnea de hembras y crías, se llegó a la conclusión de que comúnmente las crías respiran de 2.5 a 7.5 seg después de que su madre lo hace.

## ABSTRACT

Boat and shore observations of cow-calf pairs were made in Laguna San Ignacio, BCS. (26°42', 27°00'N and 113°07', 113°18'W) between February 5 and March 26, 1996. Surface behavior and dive duration were recorded by simple observation using a digital watch. 60 recordings were achieved having an average duration of 3185 sec. Cows had an average dive duration of 84.5 sec while calves had a value of 36.2 sec. Development in calves capacity for long dives was shown with a difference of 9.9% increment in dive duration from one month to another. Cows showed four distinct dive patterns while calves had only three. The train-pattern dives were the most frequent for both cows and calves. The traffic of small vessels in the lagoon altered the dive duration of the whales. Cows dives became longer and calves dives became shorter. So far, no negative effect of that has been verified. Commonly, the calves spout 2.5 to 7.5 sec after the mother does, as it was confirmed by the correlation analysis of the dives duration.

## INTRODUCCION

La capacidad de realizar inmersiones prolongadas es una de las adaptaciones más importantes de los mamíferos marinos al medio acuático y es una característica común en todos los cetáceos. En el caso de las ballenas (Suborden Mysticeti) estas inmersiones generalmente tienen una duración entre 10 y 30 min (600 y 1800 seg). Estos animales cuentan con mecanismos fisiológicos que les permiten soportar la presión del agua así como mantener apneas durante largos periodos. El reflejo de buceo es un mecanismo durante el cual el estímulo de ciertos receptores sensoriales faciales induce una marcada bradicardia y redistribución de la irrigación sanguínea. La utilización continua de oxígeno por el cerebro y el corazón, sin que este se renueve, resulta en la disminución de la cantidad de oxígeno disuelto en la sangre y el consiguiente aumento en CO<sub>2</sub>. Esto se asocia a una vasoconstricción periférica y una restricción en el flujo sanguíneo, el cual se limita al cerebro, corazón y algunas glándulas endocrinas, con esto aumenta la presión arterial, y la bradicardia se mantiene (Eckert *et al.*, 1988).

Otro factor importante que permite estos buceos prolongados es la gran concentración de mioglobina presente en los músculos, que es de tres a cuatro veces más grande en los mamíferos marinos que en los terrestres, además su sangre es muy rica en hemoglobina, lo cual se asocia a una mayor cantidad de eritrocitos (Lenfant, 1969).

Algunos estudios como el de Bryden y Lim (1969) han dejado entrever que ciertas características fisiológicas que permiten el buceo prolongado se presentan en forma incipiente en las crías, y posterior al nacimiento estas se desarrollan. En el caso de la foca elefante del sur, (*Mirounga leonina*) Bryden y Lim informaron que al nacer no hay diferencia significativa en la proporción que representa la sangre en relación a la masa corporal respecto a la de cualquier mamífero terrestre. Esta diferencia se hizo patente sólo unas semanas después del nacimiento cuando el animal realizó sus primeras inmersiones, ya que para entonces su relación sangre-peso corporal era cuatro veces mayor que la del hombre.

En observaciones hechas con el delfín tursión (*Tursiops truncatus*) en cautiverio se aprecia que durante las primeras semanas de vida la duración de la apnea aumenta, lo cual puede reflejar un aumento o desarrollo de la capacidad para bucear de la cría (García *et al.*, 1992).

A este respecto Lehrman y Rosenblatt (1971) expresan: "La cambiante situación social del infante durante su desarrollo representa una sincronización entre

las condiciones fisiológicas y conductuales de la madre y la cría". Por ello a este aparente desarrollo de la capacidad fisiológica para realizar inmersiones prolongadas habría que añadir el factor de la interacción con la madre. Esta idea se apoya en diversos estudios (Riesen *et al.*, 1953; Riesen, 1960; Wiesel y Hubel, 1963) que indican que ciertas conductas relacionadas con habilidades que se tienen de nacimiento sólo se desarrollan a lo largo de un periodo en el que se acumula experiencia o bien con la enseñanza de la madre (Moltz, 1971), lo cual puede indicar que, aunque el animal posea la capacidad de realizar cierta conducta, nunca la desarrollará sin una guía o experiencia propia. Si alguno de estos dos elementos falta, quizá esa habilidad nunca se desarrolle normalmente.

Es posible que una situación similar se presente en el caso de los cetáceos, y que el desarrollo de las características fisiológicas necesarias para el buceo tenga como factor decisivo la conducta de la madre para con la cría.

El buceo en los mamíferos marinos es un tema que ha interesado mucho a la comunidad científica, porque estos animales pasan su vida entera o gran parte de ella en el medio acuático, y presentan adaptaciones a este medio que resultan de interés diverso, desde el médico hasta el militar. Gran parte de las investigaciones realizadas se han enfocado en conocer y describir estas adaptaciones (Kooyman y Campbell, 1972; Kooyman *et al.*, 1981; Williams *et al.*, 1991), así como la capacidad y energética del buceo de los animales (Kooyman, 1966). La mayor parte de los trabajos acerca del buceo en los cetáceos que hasta ahora se han hecho, se han llevado a cabo con odontocetos como la beluga, *Delphinapterus leucas* (Martin y Smith, 1992), el delfín tursión (Kanwisher y Ridway, 1983), la estenela moteada, *Stenella attenuata* (Leatherwood y Ljungblad, 1979), el delfín común, *Delphinus delphis* (Evans, 1971), el delfín de costados blancos, *Lagenorhynchus obliquidens* (Hall, 1970), el calderón, *Globicephala macrorhynchus* y la orca, *Orcinus orca* (Bowers y Henderson, 1972; Baird, 1994); con mysticetos encontramos los trabajos de Bastida *et al.* (1995) con ballena franca del sur (*Eubalaena australis*), y Goodyear (1995) con ballena franca (*Eubalaena glacialis*), de Lagerquist *et al.* (1995) con ballena azul (*Balaenoptera musculus*), y de Krutzikowsky y Mate (1995) con ballena de bonete (*Balaena mysticetus*). En pinnípedos con el lobo marino de California, *Zalophus californianus* (Feidkamp *et al.*, 1989), y la foca elefante del sur (Quintana *et al.*, 1995). En general, el conocimiento sobre el buceo de los cetáceos es más escaso que el de otros mamíferos acuáticos en virtud de la dificultad para investigar a estos animales. Particularmente un aspecto de la investigación en los mamíferos marinos que requiere

mayor atención es el desarrollo ontogénico del buceo en tanto que su estudio puede revelar aspectos diversos de la fisiología y la evolución de esta conducta. Una buena oportunidad de avance en estos aspectos del conocimiento se presenta en la ballena gris la cual es una de las especies de cetáceos que ha sido más estudiada por las facilidades que otorgan sus hábitos.

Los primeros reportes acerca de la ocurrencia de ballenas grises en las lagunas de Baja California fueron hechos por el ballenero estadounidense Charles Scammon en 1874, quien hizo también las primeras descripciones de su anatomía y morfología. Entre los primeros trabajos en las lagunas de crianza se cuenta el de Gilmore (1960) quien realizó censos y describió su ruta migratoria.

Eberhardt y Norris (1964) encontraron que la longitud promedio de las crías recién nacidas es de 4.68 m. y reportaron que la mayor mortalidad se debe a varamientos. En el mismo año se hicieron observaciones en las que se encontró que algunas ballenas toman una ruta alternativa por detrás de las Islas Canal (Rice, 1965). Leatherwood y Beach (1975) reportaron un nacimiento frente a la costa de San Diego, describieron la conducta de la madre y cría y estimaron la longitud del recién nacido. Sullivan *et al.*, (1983) reportaron la frecuencia de observación de agrupaciones y adultos solitarios observada en el norte de California durante el recorrido migratorio. Definieron también patrones migratorios, áreas utilizadas a lo largo de la costa y ocurrencias estacionales. Encontraron que los individuos solitarios constituyen el 76.8 % de todas las ballenas vistas frente a la costa de California.

En la Laguna San Ignacio se han realizado conteos en los que se ha registrado un máximo de abundancia de 458 ballenas. La tasa de mortalidad calculada para crías en el periodo 1978-1982 fue de 3.54% (Jones y Swartz, 1984). Un estudio similar se realizó en la Laguna Guerrero Negro encontrándose una población de 115 hembras con cría y 22 solitarios en 1980, 164 con cría y 43 solitarios en 1981 y 101 y 23 respectivamente en 1982 (Bryant *et al.*, 1984).

En 1988 se estimó un tamaño poblacional de 21,296 animales con una tasa de incremento anual de 3.29 % (Buckland *et al.*, 1993).

En lo tocante a alimentación, Sund (1975) observó a tres individuos alimentándose de un cardumen durante la migración al sur. Oliver *et al.*, (1983) confirmaron que la alimentación en las lagunas de crianza es rara, no se encontró materia fecal o marcas en el fondo marino. Calcularon que la biomasa de invertebrados bentónicos es apenas la veintava parte de la existente en el mar de Bering.

Se ha estimado que individuos de 6 y 12 m. consumen 116 y 552 Kg. de alimento cada 12 horas respectivamente. El tiempo que duran los buceos para alimentarse es de 3.7 min. en promedio (Oliver *et al.*, 1984).

Se han realizado también muchos trabajos sobre la conducta de la especie, como el de Caldwell y Caldwell (1963), que reportaron la observación de ballenas surfando en las olas al sur de Bahía Magdalena. Newman, (1976) describió el comportamiento sexual de machos durante el recorrido migratorio.

Uno de los estudios más amplios que se han hecho es el de Norris *et al.*, (1977). Realizaron radio-marcas para registrar movimientos y patrones de respiración. Sus registros de conducta abarcan tigmotaxis, flotación y respiración, alimentación, segregación de la población, comportamiento agresivo y emisión de sonidos.

Cole (1980) realizó observaciones de conducta en la Laguna San Ignacio y encontró que las ballenas amistosas suelen permanecer por más de 15 minutos con las pangas. Observó también pastos marinos en la boca de los animales como posible evidencia de alimentación.

Utilizando también radio-marcas, Harvey y Sumich (1993) obtuvieron la duración promedio de buceo en cuatro crías, la cuál varió de 0.24 hasta 0.79 minutos.

Estudios de sonido y audición revelaron que las ballenas grises producen señales que van de los 100 a los 2000 Hz. Reaccionan a pulsos de 800 a 1800 Hz, con la mayoría de respuestas entre los 1000 y los 1500 Hz. (Dahlheim y Ljungblad, 1990).

Como parte de los estudios realizados con Gigi II, la ballena gris mantenida en cautiverio en la década de los 70's, Wahrenbrock *et al.*, (1974) encontraron que las relaciones entre volumen pulmonar colapsado y relajado y ventilación son similares a otros mamíferos acuáticos pero diferentes a otros animales terrestres. Sumich (1994) obtuvo tasas ventilatorias, volumen pulmonar y asimilación de oxígeno con el fin de establecer una tasa metabólica y construir un modelo de las actividades metabólicas en crías. Encontró que la mayor extracción de oxígeno sucede dentro de los primeros 20 a 25 segundos de cada ciclo ventilatorio.

Un trabajo clásico y muy completo sobre la biología de la especie es el de Rice y Wolman (1971). Este abarca los temas de migración, alimentación, crecimiento, ciclo reproductivo, predadores, parásitos y epibiontes, población y explotación.

A pesar de que la ballena gris es uno de los cetáceos más ampliamente estudiados y conocidos, no se encontraron estudios que se centraran en el aspecto de

patrones de buceo y relación madre-cría que aquí se aborda. Existen algunos que lo han visto sólo de manera parcial (Norris *et al*, 1977) y que sólo contemplan a uno o dos individuos.

En una primera aproximación hacia el conocimiento del desarrollo de la conducta de buceo de las ballenas grises, se requiere de una descripción de sus patrones de buceo con particular atención a los cambios en dicho patrón durante los primeros meses de vida. Si existe, por ejemplo, una coordinación de los patrones de buceo de la madre y su cría ello puede indicar una influencia de la conducta de la madre en el desarrollo ontogénico del buceo de la cría que puede ser de importancia para la ontogenia en general.

El presente trabajo hace una aportación al conocimiento de patrones de buceo de hembras y crías de ballena gris. Se hace mención de la duración de sus apneas, conducta, forma del gasto energético y la relación entre los buceos de la hembra y su cría. Asimismo, se brinda información sobre la repercusión que tiene sobre su conducta la circulación de pangas en la laguna.

## BIOLOGIA DE LA ESPECIE

### SISTEMATICA

Reino	Animalia
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Clase	Mammalia
Orden	Cetacea
Suborden	Mysticeti
Familia	Eschrichtiidae
Género	<u>Eschrichtius</u>
Especie	<u>E. robustus</u> (Lilljeborg, 1861)

La ballena gris fue descrita como 3 especies diferentes en el siglo pasado: *Balaena gibbosa* (Erxleben, 1777), *Balaenoptera robusta* (Lilljeborg, 1861) y *Agaphelus glaucus* (Cope, 1868). En 1864 Gray estableció el nombre *Eschrichtius* como un subgénero de *Megaptera*, posteriormente lo elevó a género asignándolo a *B. robusta*. El género *Agaphelus* propuesto por Cope en 1868 corresponde a *B. gibbosa*. El mismo Cope rectifica el nombre del género de *Agaphelus*, sustituyéndolo por *Rhachianectes* en 1869 (Hershkovitz, 1966).

Haciendo los cambios de acuerdo a la rectificación de los géneros descrita, los distintos nombres científicos que a lo largo del tiempo han sido asignados a la ballena gris son los siguientes: *Balaena gibbosa*, Erxleben, *op cit* (Descripción original); *Balaenoptera robusta*, Lilljeborg, *op cit* (Descripción original); *Megaptera robusta*, Gray, 1864; *Eschrichtius robustus*, Gray, 1865; *Agaphelus glaucus*, Cope, *op cit* (Descripción original); *Rhachianectes glaucus*, Cope, 1869; y *Eschrichtius glaucus*, Maher, 1961.

### MORFOLOGIA EXTERNA

El cuerpo de la ballena gris es más robusto que el de los rorcuales, siendo un punto intermedio entre éstos y la ballena franca. La cabeza es pequeña en relación al resto del cuerpo, el cuál puede llegar a medir hasta 15 metros, con un promedio de 13.0 m. para los machos y 14.1 m. para las hembras (Fig. 1), (Wolman, 1985).

El maxilar superior presenta una ligera curvatura hacia arriba, de él cuelgan de 140 a 180 filamentos que constituyen las barbas, estas son de tamaño pequeño (37 cm) debido a sus hábitos alimentarios dragadores (Leatherwood *et al.*, 1982).



Figura 1. Ballena Gris *Eschrichtius robustus* (Folkens y Urbán, 1993)

Presenta de dos a siete surcos ventrales, siendo tres el número más común (Alekseevich, 1984) en contraste con los rorcuales que pueden tener de 20 hasta 88 dependiendo de la especie. Es la especie que mas pelos táctiles presenta en la cabeza.

Carece de aleta dorsal, en su lugar tiene una joroba baja seguida por una serie de 6 a 12 protuberancias llamadas jibas, extendidas a lo largo del último tercio del cuerpo (Wolman, 1985). Los lóbulos de la aleta caudal son anchos, pudiendo medir hasta 3 m., están separados por una escotadura profunda. Las aletas pectorales son de bordes redondeados y extremos puntiagudos, normalmente miden unos 75 cm. (Leatherwood, *et al*, 1982).

El color de su cuerpo es gris oscuro, con cierta pigmentación amarilla y naranja debida a los parásitos fijados a su piel. Los balanos cirripedios (*Cryptolepas rhachianecti*) colonizan principalmente la cabeza, en su parte superior y lateral. El lado derecho está casi por regla general libre de parásitos, lo cuál se atribuye a su manera de alimentarse (Kasuya y Rice, 1970). Normalmente tiene tres especies de cymidos conocidos comunmente como "piojos de ballena". La especie más común es *Cyamus scammoni* el cuál se asocia a las colonias de balanos y se aloja también en el espiráculo, los surcos ventrales, alrededor de los ojos, las aperturas del oído, los pliegues genitales y anales, la escotadura de la aleta caudal y en lesiones de la piel (Alekseevich, *op cit*). Al morir, estos parásitos se desprenden dejando cicatrices de color blancuzco.

El espiráculo esta en una depresión que se localiza justo atrás del punto más alto de la cabeza y en posición un poco anterior a los ojos. Miden alrededor de 20 cm. y el sople emitido es bajo (3 a 4 m.) y denso (Tinker, 1988).

## DISTRIBUCION

Su área de distribución se restringe al Océano Pacífico en el hemisferio norte. Existen dos stocks o grandes poblaciones de ballenas geográficamente aisladas: la poblacion coreana o del pacífico oeste y la californiana o del pacífico este, siendo ésta última la más importante (fig. 2).

### Población coreana

El tamaño poblacional de este stock fue reducido drásticamente en el pasado y aún no muestra signos de recuperación, se le considera en peligro de extinción (Bowen, 1974; Klinowska, 1991). En verano se alimentan en el mar de Okhotsk en Rusia y migran en invierno hasta Corea del Sur y Japón (Wolman, 1985).

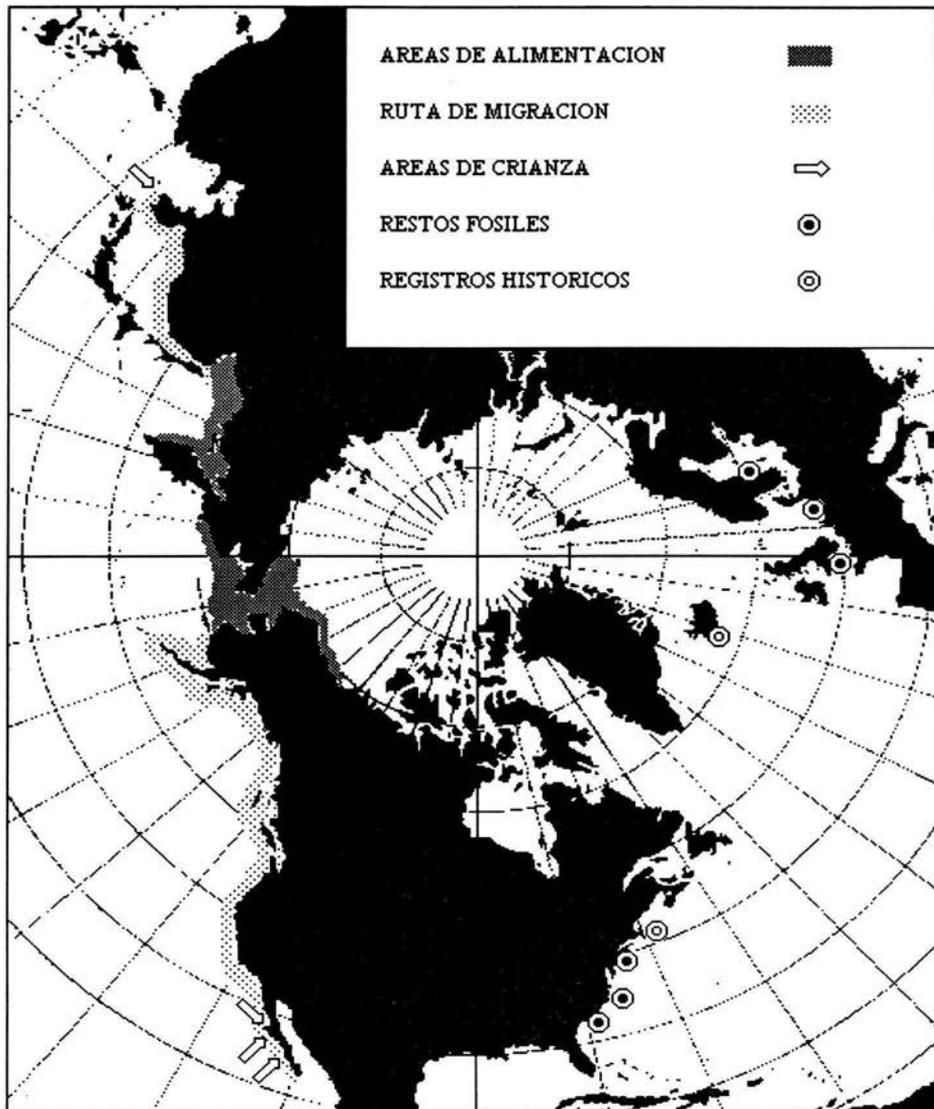


Fig. 2. Area de distribución de la ballena gris. (Tomado de Wolman, 1985).

### **Población californiana**

Esta es la principal y prácticamente única población de ballena gris, la cuál se ha recuperado de manera formidable desde su persecución a principios de siglo (Klinowska, 1991). Su migración la lleva desde las lagunas de crianza en Baja California Sur (Laguna Ojo de Liebre, Laguna Guerrero Negro, Laguna San Ignacio, y Bahía Magdalena) hasta las zonas de alimentación en los mares de Bering y Chukchi en Alaska y aguas adyacentes en el Océano Artico (Jones *et al.*, 1984; Wolman, 1985).

### **ALIMENTACION**

La ballena gris es un animal oportunista y no selectivo, aunque se alimente principalmente de anfípodos bentónicos y otros organismos del fondo marino. Entre los meses de mayo y septiembre la alimentación es su principal actividad en las aguas de los mares Bering y Chukchi. El resto del año lo pasan casi sin alimentarse, con algunas evidencias de ello en el corredor migratorio a lo largo de las costas de Estados Unidos y Canadá y en las lagunas de crianza (Nerini, 1984; Klinowska, *op cit*; Sund, 1975).

Al alimentarse en el fondo, la ballena remueve los sedimentos, liberando nutrientes que incrementan la productividad del área y aseguran el reestablecimiento de las colonias de anfípodos para el año siguiente (Nelson y Johnson, 1987).

En las áreas boreales de alimentación, los anfípodos bentónicos comprenden hasta el 90 % del alimento consumido. El carácter oportunista de la ballena gris se ve reflejado en la larga lista de especies halladas como contenidos estomacales. Las presas comprenden especies del phylum Porifera; de las clases Pisces, Hydrozoa, Anthozoa, Polychatea, Isopoda, Cirripedia, Gastropoda, Bivalvia, Holoturoidea, y Ascidiacea; y de los órdenes Priapulida, Echiura, Siponcula, Amphipoda, Mysidacea, Cumacea, Euphasiacea, y Decapoda, así como material vegetal (Nerini, *op cit*).

### **REPRODUCCION**

Las hembras alcanzan la madurez sexual entre los 8 y los 12 años, con una longitud promedio de 12 m. En los machos se registra entre los 7 y 8 años, al medir unos 11.5 m. A la edad de 40 años se les considera físicamente maduros (Wolman, *op cit*; Zimushko, 1969).

El ciclo sexual dura 2 años y comprende la cópula, preñez y lactancia. La duración de la preñez es de 12 meses (Reilly, 1984). La lactancia generalmente dura 7

meses, aunque en ocasiones se han encontrado ballenas preñadas con crías lactantes. Esto indica que no todas las hembras obedecen a un ciclo bianual, algunas pueden tener crías cada año. Las hembras entran en estro por un periodo de 3 semanas entre noviembre y diciembre. Los nacimientos ocurren en un periodo de 5 a 6 semanas, de diciembre hasta los primeros días de febrero (Klinowska, 1991).

Al nacer las crías miden de 3.6 a 5.5 m., siendo 4.5 m. la talla usual y pesan cerca de 500 kg.

El destete ocurre aproximadamente en agosto cuando tienen ya una longitud de 7.5 m. Su longevidad se calcula en unos 50 años (Tinker, 1988).

### COMPORTAMIENTO

Las asociaciones más frecuentes son las de parejas, durante la migración la manada permanece junta, respirando incluso con el mismo ritmo. Los grupos de más de tres animales son inestables y la composición de sexos en los grupos es muy variable (Yablokov y Bogoslovskaya, 1984). Las agregaciones de adultos solitarios son comunes en las entradas de las lagunas mientras que las hembras con cría permanecen en los interiores. Las parejas madre-cría permanecen en contacto casi constante el cuál es establecido por ambos. Este contacto difícilmente se rompe, y tiene su máxima expresión en las conductas de juego (Norris, *et al.*, 1977).

Los saltos y la exposición al aire de las aletas pectorales son similares a los de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*). El atisbo, consistente en asomar la cabeza verticalmente es característico de la especie (Norris, *op cit*).

El apareamiento frecuentemente involucra a 3 individuos, 2 machos y una hembra. Los machos no compiten entre sí por las hembras, ya que al tener testículos de gran tamaño en relación al cuerpo, esta competencia es de tipo espermático (Parker, 1984). Esto favorece la conducta de apareamiento entre más de dos individuos.

Lo más sorprendente del comportamiento de la ballena gris es su interacción con las personas en las lagunas de crianza. Un comportamiento que se ha dado en llamar "curioso" o "amistoso" (Gilmore, 1976). Este consiste en una aproximación totalmente voluntaria del animal hacia las embarcaciones, puede acercarse tanto que incluso es posible tocarla. El contacto es de duración muy variable y se ha dado con individuos de ambos sexos y diferentes clases de edad. Inicialmente este comportamiento era único en la Laguna San Ignacio, pero se ha incrementado desde el primer contacto documentado e incluso se ha expandido a otros sitios como Bahía Magdalena y Laguna Guerrero Negro (Jones y Swartz, 1984).

## CONSERVACION

La ballena gris es el único cetáceo que tiene zonas de crianza y apareamiento con protección legal del gobierno de México. A continuación se enlistan una serie de normas y hechos históricos que han contribuido a la protección legal de la especie en nuestro país.

- En el año de 1931, varios países se reunieron en Ginebra, Suiza, para establecer un acuerdo de cooperación internacional, con relación a la reglamentación de la caza de la ballena. Este acuerdo fue aprobado por el Gobierno de México en el año de 1933. (D.O.F. 10 noviembre 1933).

- En 1938 se publicó el Decreto que aprueba el Convenio Internacional para la caza de la Ballena. (D.O.F. 16 julio 1938).

- A fines de 1946 se crea la Comisión Ballenera Internacional, a la cuál México se adhiere el 17 de junio de 1949 (D.O.F. 6 diciembre 1949), a partir de la publicación de la adhesión a dicha comisión se suspenden los permisos para capturar y explotar con fines comerciales a cualquier especie de ballena. (Hoz, 1983).

- El 6 de diciembre de 1971 se declaró por decreto presidencial, como Zona de Refugio para ballenas y ballenatos las aguas del área de la Laguna Ojo de Liebre, al sur de la Bahía Sebastián Vizcaíno. (D.O.F. 14 enero 1972).

- El 8 de junio de 1972 se declaró Zona de Reserva y Refugio de Aves Migratorias y de Fauna Silvestre, la constituida por la Laguna Ojo de Liebre y San Ignacio dentro de la Bahía de Sebastián Vizcaíno. (D.O.F. 11 septiembre 1972).

- El 9 de julio de 1979 se declaró como Refugio para ballenas grávidas y ballenatos la Zona de Protección Turístico-Marítima en las aguas de la zona interior de la Laguna de San Ignacio en el Estado de Baja California Sur. (D.O.F. 16 julio 1979).

- El 10 de marzo de 1980 se modificó el diverso del 6 de diciembre de 1971, declarándose como zona de refugio para ballenas y ballenatos las aguas del complejo lagunar Ojo de Liebre (incluyendo las lagunas Manuela y Guerrero Negro). (D.O.F. 28 marzo 1980).

- El 30 de noviembre de 1988, el presidente Miguel de la Madrid Hurtado decretó la Reserva de la Biosfera del Vizcaíno, con una superficie total de 2,546,790 ha., conformándose así como la más grande del país. El complejo lagunar Ojo de Liebre y la Laguna San Ignacio están incluidas en ella. (Anónimo, 1995).

Se puede afirmar que la ballena gris es el cetáceo que mejor se ha recuperado de la caza indiscriminada de antaño. De hecho, es posible que su población ya haya rebasado el tamaño con que contaba antes de iniciar su explotación masiva

(Klinowska, 1991; Buckland, *et al.*, 1993). Esta situación puede generar nuevamente interés por el aprovechamiento de éste recurso desde diferentes puntos de vista. Como se ha visto en años recientes una de las principales modalidades de tal aprovechamiento es el ecoturismo (Jones y Swartz, 1984; Young y Dedina, 1994)

Cada invierno cientos de personas acuden a las lagunas de crianza para observar a las ballenas. Existe la preocupación de que ésta actividad repercuta de alguna manera en los animales. Hasta ahora, los estudios realizados no indican que tal cosa ocurra (Jones y Swartz, *op cit*). Sin embargo, es importante que estos estudios continúen para esclarecer este supuesto.

Es por eso que es de suma importancia obtener el máximo de información acerca de la biología básica de la ballena gris, con el fin de establecer una serie de normas que ayuden a mejorar su aprovechamiento con un manejo adecuado que nos permita mantener este recurso en óptimas condiciones al tiempo que pueda beneficiar al mayor número de personas posible.

## PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

Dentro del marco presentado, se hace necesario contar con más parámetros que ayuden a determinar si la circulación de embarcaciones turísticas afecta a los animales.

Aunado a esto, se ha visto que existe un vacío en el conocimiento de patrones respiratorios de la ballena gris en las lagunas de crianza. La investigación en este campo ha sido ya emprendida con los estudios a lo largo de su recorrido migratorio y algunas aproximaciones en las lagunas (Norris *et al.*, 1977; Harvey y Sumich, 1993).

Este trabajo pretende constituir un aporte acerca de los patrones respiratorios seguidos en la Laguna San Ignacio por las hembras y sus crías. El desarrollo de la capacidad de buceo de las crías es tema que debe abordarse más ampliamente, así como su relación con la madre durante una etapa temprana de su vida.

La manera en que madre y cría invierten sus reservas de oxígeno puede también arrojar evidencias útiles que ayuden a comprender el desarrollo de éstas últimas.

Además de constituir un conocimiento valioso acerca de la biología de esta especie, ésta información puede ser útil como uno de los parámetros necesarios para evaluar el impacto que sobre estos animales tienen las actividades turísticas realizadas en las lagunas.

Por lo anterior, se establecieron los siguientes objetivos para este trabajo:

### OBJETIVO GENERAL

- Describir los patrones de buceo de las crías de ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en relación con los patrones de buceo de la madre así como con la presencia de embarcaciones.

### OBJETIVOS PARTICULARES

- Describir la distribución de los tiempos de buceo de las hembras y sus crías en sus primeros dos meses de vida.

---

## PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

- Describir la forma del gasto energético de las hembras y sus crías durante sus primeros dos meses de vida con relación a su conducta y tasa ventilatoria.
- Analizar las secuencias de tiempos de inmersión de crías y sus madres y posibles relaciones entre ambas en función de su conducta.
- Establecer si la presencia de embarcaciones en la laguna altera la conducta de hembras y crías.

## AREA DE ESTUDIO

La Laguna de San Ignacio se localiza entre los 26° 42' y los 27° 00' latitud norte y los 113° 7' y 113° 18' longitud oeste en la costa noroeste del estado de Baja California Sur (Fig. 3). Se ubica a 16 km. al sureste de la Sierra de Santa Clara, a 32 km. de la Sierra de San Pedro, y colinda con la porción este de Bahía Ballenas. La laguna forma parte de la Reserva de la Biosfera del Vizcaino, la mas grande del país con una superficie de 2,546,790 ha (Anónimo, 1995).

Según la clasificación de Koeppen modificada por García (1981), el clima es de tipo BWhw (x')(e), árido, semicálido, con regimen de lluvias intermedio, lluvia invernal mayor al 10.2 % (Anónimo, 1994). La precipitación anual es de 56 mm, siendo la temporada de lluvias durante los meses de invierno. La temperatura media anual es de 21.7° C.

El suelo es de tipo lacustre compuesto principalmente por limo y arcilla. La costa correspondiente a la laguna es arenosa, en la parte este tiene un promedio de unos 5 metros de altura y esta poblada de pastos y juncos marinos; la parte oeste es arenosa, baja y árida.

No existe aporte alguno de agua dulce a la laguna (Bostic, 1975). Se trata de un cuerpo de agua, de 5.5 km. de ancho en promedio, que se extiende 30 km. al norte desde Punta Bronaugh, que es la punta oeste de entrada. La mayor parte de la laguna consta de zonas de baja profundidad, playas con poca pendiente y grandes zonas de inundación. Una isla de arena de unas 8 millas de largo (15 km.) se encuentra en una curva de la costa, frente a la entrada de la laguna, esta separada de la costa por un canal de una milla de ancho y 1/2 braza de profundidad (80 cm.), (Anónimo, 1979).

La laguna es un sistema de canales rodeados por bajos, el canal más ancho en la laguna baja tiene una profundidad máxima de 25.9 m. La laguna media es un sistema de tres canales que van de los 7.6 a los 21.3 m. de profundidad (Jones y Swartz, 1984).

En la entrada, existe un canal con una profundidad de seis metros y un ancho cercano a los 680 m. el cual pasa entre los bajos y entra en la laguna. Cuatro kilometros al norte de Punta Bronaugh el canal se amplia en un área de 2 km<sup>2</sup> y aumenta su profundidad entre 3 y 8 metros mas. En esta área se originan los tres canales que van más alla de Punta Piedra, el principal de los cuáles tiene una longitud de 3.75 km. y una profundidad promedio de 6 m. (Anónimo, 1994).

En la parte norte de la laguna o laguna superior segun la división de Jones y Swartz (1984), existen dos pequeñas y bajas islas arenosas llamadas Isla Pelícanos e

Isla Garzas, las cuáles se conocen también por el solo nombre de Isla Ballenas, esto porque se encuentran prácticamente unidas. Están en posición paralela a la costa separadas de ella por una distancia de casi 5.5 km.. Ambas islas tienen una anchura máxima de 1 km. Opuesta a ellas, en la costa oeste, existe una colina plana de unos 60 metros de altura, (Anónimo, 1979) conocida como Cantil Cristal.

La Laguna San Ignacio tiene alta temperatura y salinidad, como consecuencia de la alta evaporación propiciada por la existencia de zonas de inundación, barras, bajos e islas. La columna de agua se encuentra mezclada uniformemente, registrándose prácticamente las mismas temperaturas en fondo y superficie. Hacia el interior de la laguna existe un gradiente de temperatura casi continuo que va de los 17 a los 21° C. El remate de la laguna o la parte más interna, no se recambia con la intensidad que el resto, ya que ahí, la temperatura del fondo y la superficie se encuentran desfasados. Los niveles de salinidad, más bajos en la boca, aumentan hacia el interior, de 34 a 40 ppm (Anónimo, 1994).

La turbidez es alta y casi constante a lo largo de todo el cuerpo de agua. Esto es debido a la cantidad de material puesto en suspensión por las corrientes de marea y el crecimiento acelerado de las poblaciones fitoplactónicas promovido por los fenómenos de surgencia cercanos. Los niveles de pH fluctúan entre 7.9 y 8 (Anónimo, 1994).

En las orillas de la laguna crecen dos especies de mangle: *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, las cuales tienen importancia debido a que la laguna representa el límite de su distribución septentrional. (Anónimo, 1994).

Las especies terrestres distribuidas en las costas de la laguna son rastreras, en su mayoría herbáceas perennes como: *Salicornia virginica*, *S. subterminalis*, *Batis maritima*, *Monanthochloe littoralis*, *Atriplex* sp., *Suaeda mexicana*, *Mesembryanthemum crystallinum*, *Abronia maritima* y *Distichlis spicata*.

Dentro del cuerpo de agua se encuentran las siguientes especies: *Zonartia* sp., *Dictyopteris* sp., *Euchema uncinatum*, *Neogardhiella* sp., *Laurencia irieii*, *L. pacifica*, *Padina durvillaei*, *Polysiphonia* sp., *Zostera marina*, *Platoma* sp., *Kallymenia pertusa*, *Bonnemaisonia hamifera*, *Chondria californica*, *Colpomenia* sp., *Amphiroa* sp., *Gigartina tedii*, *G. jonhstonii*, *Liagora farinosa*, *Gracilaria* spp., *Asparogopsis taxiformis*, *Dasya pedicellata*, *Dictyopteris zonaroides*, *Dictyota flavellata*, *D. crenulata*, *D. binghamiae* y diversas especies de *Sargassum* (*S. sinicola*, *S. Camouii*, *S. lapazeanum*).

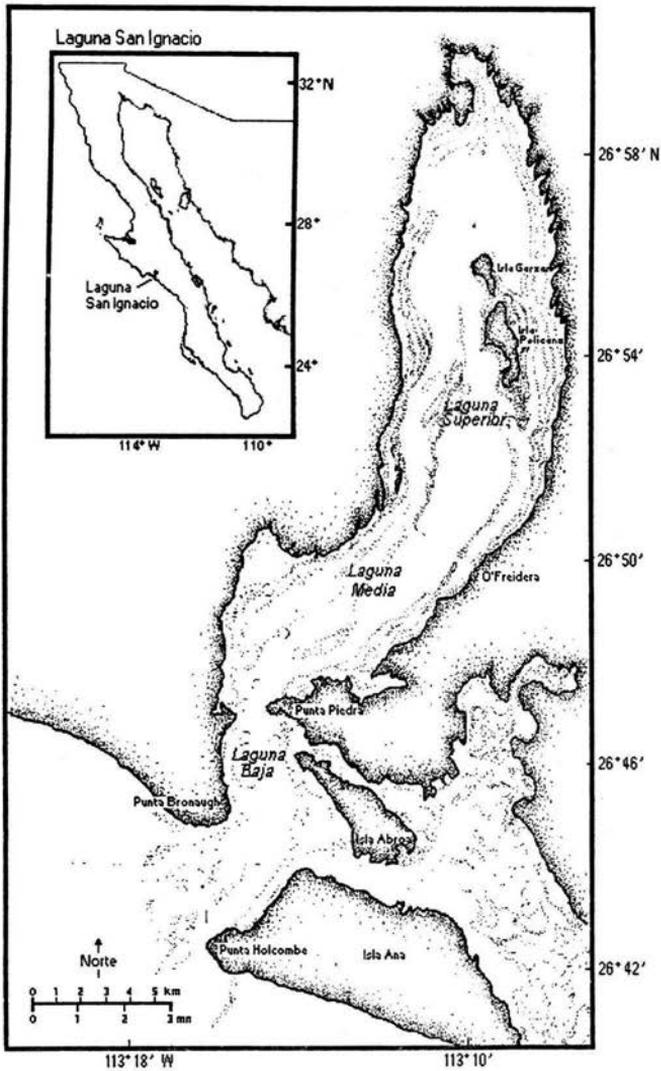


Fig. 1. Area de estudio. Laguna San Ignacio, B.C.S.  
(Tomado de Dahlheim y Ljungblad, 1990).

## METODOS

El trabajo de campo se realizó del 5 de febrero al 26 de marzo de 1996, con un total de 175 horas de esfuerzo de observación de hembras con cría únicamente. Con el fin de saber si había diferencia en los tiempos de apnea de los animales con la presencia de una embarcación, se realizaron observaciones desde tierra cada tercer día, alternándolas con las observaciones desde lancha. El 75.4% (132 h 20 min) del tiempo de esfuerzo corresponde a observaciones desde lancha y el 24.6% restante (42 h 40 m) a observaciones desde tierra.

### 1.- TRABAJO DE CAMPO

Por cada avistamiento se anotó la fecha, la hora de inicio, las condiciones de nubosidad, dirección del viento, estado del mar en escala Beaufort, ubicación al momento del avistamiento, dirección del desplazamiento de los animales, conducta de hembra y cría, y los tiempos en que los animales emergían para respirar. Los registros de conducta se realizaron de acuerdo al etograma "base", cuyas características se explican más adelante. Tanto para los datos de conducta como para los de respiración se utilizó un reloj digital anotando el minuto y segundo del evento en superficie. Para evitar confusiones el evento de respiración sólo se registró si el soplo pudo ser observado y/o escuchado. Lo anterior debido a que no siempre se emite soplo al respirar (Kooyman *et al*, 1975). El registro se interrumpía cuando había confusión con otros individuos cercanos, y se reanudaba una vez aclarada la identidad de la hembra y la cría que se estaban observando. Con cada registro se procuró identificar a los individuos con esquemas. La identificación se basó en las marcas naturales de la especie, como cicatrices y epibiontes. Únicamente se tomaron en cuenta aquellas marcas presentes en la parte superior de la cabeza y en el último tercio del dorso (Fig. 4). Lo anterior debido a que esos lugares son los que se pueden ver con mas facilidad cuando el animal emerge. Estos esquemas constituyeron un catálogo de campo con el cual se determinó la identidad de los animales a lo largo de la temporada. Cuando se llegó a encontrar a un individuo registrado previamente se le consideró como una "recaptura". La duración deseada de cada registro fue de una hora, en cada caso se procuró que la observación tuviera al menos esa duración. Esto con el fin de facilitar la observación de un patrón de buceo y su interpretación energética. Todos los datos obtenidos se organizaron en hojas de registro (Ver Apéndice).



Figura 4. Cabeza y último tercio del dorso de la ballena gris, área utilizadas para su identificación.

**Observaciones desde embarcación.**

Los registros desde embarcación se realizaron a bordo de lanchas de fibra de vidrio menores a los 7 m de eslora con motor fuera de borda de 40 y 90 H.P. Se requirió de una persona para que manejara la lancha, una que observara e hiciera anotaciones y una mas que apoyara con la observación de los animales sin perderlos de vista en los momentos en que el anotador rompiera el contacto visual. Una vez localizada a una pareja de hembra con cría, se mantenía una distancia prudente que permitiera el registro confiable y la reducción al máximo de la perturbación a los animales. Dependiendo de las condiciones ambientales y de los individuos observados, esa distancia fue variable entre los 10 y los 100 m. Siempre se tomó en cuenta que en todo momento fuera posible identificar correctamente a los individuos, es decir, no alejarse demasiado como para poder confundirlos con otros. El trabajo se desarrolló principalmente en la laguna media y superior, que es el área de mayor abundancia de hembras con cría. Dependiendo de la dirección del viento, se iniciaba la búsqueda poco antes de Isla Pelícanos desplazándose al sur o desde Punta Piedra con dirección al norte.

**Observaciones desde tierra.**

Las observaciones en tierra se hicieron en Punta Piedra (Fig. 3), localizada en las coordenadas 26°47' W y 113°14' N. Este lugar fue seleccionado debido a que frente a el existe una circulación constante de ballenas, y la observación se facilita por la elevación del terreno. En este caso sólo se requirió de una persona que observara con binoculares (7 x 35). Todos los datos se registraron con una grabadora y posteriormente se hizo el registro de tiempos con base en la grabación. Lo anterior se hizo para evitar la pérdida de datos que ocurre al anotar y tratar de ubicar a los animales nuevamente después de perderlos de vista. Es importante señalar que, como era de esperarse, los animales se perdían de vista con mayor facilidad que cuando se efectuaban observaciones desde una embarcación.

**2.- ANALISIS DE DATOS.**

Con los datos de tiempo y conducta de cada avistamiento se crearon archivos independientes para las hembras y para las crías con una clave de identificación para

cada uno. Algunos avistamientos se colocaron en dos o más archivos debido a las confusiones con otros animales que se presentaron durante el registro y que dieron lugar a un lapso en que el animal se perdía de vista. Para evitar considerar ese tiempo como una apnea, el archivo se dividió en tantas partes como discontinuidades hubiera. Cada sección de los archivos divididos se consideró independientemente de sus secciones complementarias. Todos los datos se capturaron en el programa editor de MS-DOS (versión 6.2). Los archivos se analizaron inicialmente con el programa REG-TER desarrollado por Medrano *et al.*, (1995). Este programa obtuvo de cada archivo distribuciones de duraciones de apnea, promedio de apnea por individuo, tiempo total del registro, número de datos, número de respiraciones y la duración máxima de la apnea. En el caso de los archivos divididos la información para el avistamiento completo se obtuvo después de someterlos al programa mencionado. Con esta información se construyeron las gráficas de respiración, de duración de apnea y de tiempo vs evento, así como la curva de frecuencia acumulada complementaria (FAC) de inmersión en el programa graficador Sigma Plot 5.0.

Las tasas ventilatorias promedio se obtuvieron a partir de los promedios de apnea mediante la fórmula:

$$V = 1/Dp$$

Donde: V = Tasa ventilatoria.

Dp= Duración promedio de apnea.

La significancia estadística de la variación temporal en el conjunto de observaciones, de la variación temporal en los mismos individuos, y de la variación en las observaciones desde tierra y desde embarcación, se determinó aplicando una prueba de t independiente con el programa Sigma Plot 5.0. En el caso de la variación temporal en las observaciones se compararon las semanas subsecuentes (1 contra 2, 2 contra 3, etc.) así como el inicio y fin de cada mes y la primera contra la última semana de toda la temporada. Todas las comparaciones se hicieron utilizando los datos de duraciones de apnea individuales, no se utilizaron los promedios de apnea para la prueba de t con el fin de no influenciar o alterar el resultado del análisis.

A lo largo del texto se hace mención de los términos apneas cortas y apneas largas. La duración que debió tener una apnea para ser considerada como corta o larga fue variable. Dependió del contexto en que se encontrara, es decir, de la duración de todas las apneas de un registro en particular. Su clasificación se hizo sin establecer parámetros de duración constantes.

#### **Correlación hembra-cría.**

La posible correlación entre los tiempos de inmersión de la hembra y su cría se analizó en el programa CORRESP programado en turbo pascal 3.01 por Medrano (este estudio). Con los datos de respiración, éste programa construye series de tiempo real segundo a segundo, a las cuales le asigna valores de ceros y unos que indican los momentos en que hubo respiración. Ambas series (hembra y cría) se alinean y a los desfaseamientos encontrados entre las respiraciones de las dos series se les denomina tau. Estas series van de  $-x$  a  $x$ , donde  $x$  es el tiempo promedio de buceo de la cría. A partir del número de ceros y unos coincidentes en cada par de series, se calcula una correlación entre madre y cría ( $C_{mc}$ ) de la siguiente forma:

$$C_{mc} = \frac{(N_{00} N_{11}) - (N_{01} N_{10})}{N_0 N_1}$$

donde:

$N_{01}$  = Número de veces que ceros de hembra y cría coinciden en la alineación

$N_{11}$  = Número de veces que unos de hembra y cría coinciden en la alineación

$N_{01}$  = Número de veces que aparece cero para la hembra y uno para la cría

$N_{10}$  = Número de veces que aparece uno para la hembra y cero para la cría

$N_0$  = Número de ceros que aparecen en ambas series

$N_1$  = Número de unos que aparecen en ambas series

Para establecer la significancia estadística de  $C_{mc}$ , el programa redistribuye al azar los ceros y unos de cada serie y calcula la correlación así generada. El procedimiento se repite 1000 veces para cada par de series y genera así una distribución nula de  $C_{mc}$  que se compara con el valor de  $C_{mc}$  real. De esta comparación se determina el valor de significancia (alfa) de cada tau.

Dicho de otra forma, el programa establece valores de tiempo en segundos que indican el desfaseamiento o coordinación del momento en que cría y madre emergen para respirar. Estos valores reciben el nombre de tau. Únicamente se calcularon los valores de la cría ya que basta con una serie de tau para analizar los datos. Para ejemplificar esto, considerese un desfaseamiento de dos segundos en la emersión de la hembra y la cría en que ésta última salga primero. En éste caso, el tau de la cría es de -2 y el de la hembra es de 2. Cualquiera de los dos datos proporcionan la misma información. Así pues, para la cría un valor negativo significa emersión antes que la madre, y uno positivo, después que ella. El valor cero indica emersión en el mismo momento.

El programa también indica los valores de correlación (D) para cada tau así como el alfa o valor de significancia para cada uno. Para saber cuál es la relación de la respiración madre-cría que se presentó con mayor frecuencia, se arreglaron los valores significativos de tau en intervalos de clase y se obtuvo su frecuencia relativa.

### **Conducta.**

Inicialmente se documentaron las pautas conductuales conocidas de la especie para formar un etograma preliminar a partir del cuál se hicieron las observaciones (Norris *et al.*, 1977; Jones y Swartz, 1984). Con la información de campo se modificó el etograma, el cuál se ordenó siguiendo el gasto energético hipotético requerido por cada conducta. El número menor indica menor gasto energético, y va aumentando hasta llegar a la conducta que aparentemente requiere de mas energía (Cuadro 1). Ya organizadas las conductas, se realizó un conteo para saber cuantas veces se registró el evento. Se obtuvo también para cada una, el porcentaje que representa del total de conductas desplegadas. Esto se hizo con los promedios de todos los registros.

Se determinó también el porcentaje correspondiente de cada una para hembras y crías.

A continuación se hace una breve descripción de las conductas registradas:

El descanso consiste en que el animal flota sin moverse, dejando que la corriente lo arrastre, puede o no verse el dorso, aunque generalmente se mantiene por debajo del agua y sólo sube un poco para respirar.

El atisbo estriba en asomar la cabeza fuera del agua en posición vertical, en ocasiones se pueden apreciar los ojos, aunque generalmente éstos permanecen ocultos. Se ha sugerido que esta conducta le sirve al animal para ubicarse y que al realizarse en áreas de poca profundidad el animal puede encontrarse apoyando su aleta caudal en el fondo (Norris *et al*, 1977).

Cuadro1. Etograma utilizado con hembras y crías.

Clave base de datos	Clave hoja de registro	Pauta conductual
1	Ds	Descanso
2	At	Atisbo
3	Aq	Arqueo
4	Sn	Sondeo
5	NL	Nado Lateral
6	ND	Nado Dorsal
7	NG	Nado Girando
8	Co	Cola suspendida
9	Ch	Chapoteo
10	CA	Cuerpo arriba de la madre
11	D1	Medio Delfineo
12	D2	Delfineo Completo
13	S1	Salto incompleto
14	S2	Salto con golpe
15	S3	Salto cuerpo completo

El arqueo es el momento en que la ballena sale a respirar y dobla ligeramente el cuerpo para volver a sumergirse.

Un sondeo se presenta después del arqueo, y suele marcar el inicio de un buceo profundo, es el momento en que después de respirar, asoma la aleta caudal por fuera del agua indicando así una posición del cuerpo que le permite ir directamente hacia el fondo, aunque en ocasiones la aleta caudal no sale del agua.

El nado lateral, nado dorsal y nado girando son variaciones de un nado que se realiza aparentemente sin la finalidad de desplazarse. En el primero sobresalen las aletas pectoral y caudal. En el segundo se aprecia el vientre y en el tercero como su nombre lo indica, el animal gira sobre su eje longitudinal. En los tres casos el orificio nasal se encuentra por debajo del agua.

La cola suspendida se registró cuando la aleta caudal se asomó al aire y permaneció así por varios segundos con el animal totalmente en posición vertical.

Durante el chapoteo sólo es posible ver las aletas pectorales y caudal salir y golpear suavemente el agua sin un patrón de movimiento definido.

En ocasiones la cría se coloca sobre el cuerpo de su madre y de ahí se desliza, deja que ella lo regrese suavemente al agua o permanece ahí por algunos momentos girando el cuerpo sobre ella, se considera esta actividad como un juego de la cría.

Como medio delfineo se definió la acción de sacar la cabeza horizontalmente y hacia adelante de forma precipitada al salir a respirar. Inmediatamente después, el animal vuelve a sumergir la cabeza en forma violenta, golpeando el agua con ella al hacerlo.

El delfineo completo es algo parecido al movimiento característico de los delfines cuando salen a respirar, describiendo un arco con su cuerpo, saliendo y entrando al agua de manera rápida.

Se clasificaron los saltos en tres tipos: incompleto, con golpe y de cuerpo completo. En el primero el animal saca aproximadamente medio cuerpo fuera del agua y lo gira levemente para volver a entrar; el segundo es similar pero regresa azotando el cuerpo contra el agua; en el tercero, saca la totalidad del cuerpo y regresa girando para caer sobre un costado.

## RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 60 registros de hembras con sus crías de los cuales 46 corresponden a observaciones desde embarcación y 14 a observaciones desde tierra. El registro útil más corto tuvo una duración de 978 seg. y el más largo de 8318 seg. Se seccionaron 26 registros de crías y 27 de hembras debido a discontinuidades en la observación. Permanecieron íntegros 34 registros de crías y 33 de hembras.

### RELACION CONDUCTA Y DURACION DE APNEA.

El arqueo sucede en el 100 % de los avistamientos (cuadro 2), tanto en hembras como en crías.

El atisbo ocurre en el 30% de los registros, sin embargo, el número de observaciones de esta actividad no es muy alto. El descanso por el contrario, fue observado más veces en menor número de registros, siendo mas importante esta actividad para las hembras en cuyo caso puede significar hasta el 10% de todas las conductas observadas (cuadro 2). El resto de las conductas son poco frecuentes. Incluso el atisbo significa en promedio menos del 1% de todas las conductas observadas, lo mismo sucede con las restantes (figura 5).

Cuadro 2. Porcentaje representado por hembras y crías del total de observaciones de cada conducta.

CONDUCTA	NUMERO DE OBSERVACIONES	HEMBRAS	CRIAS
Descanso	252	98.8%	1.2%
Atisbo	93	29%	71%
Arqueo	7660	27.9%	72.1%
Sondeo	26	65.4%	34.6%
Nado Lateral	39	56.4%	43.6%
Nado Dorsal	4	50%	50%
Nado Girando	20	10%	90%
Cola Suspendida	7	28.6%	71.4%
Chapoteo	9	33.3%	66.7%
Cría arriba de la Madre	80	---	100%
Medio Delfineo	18	22.2%	77.8%
Delfineo Completo	3	66.7%	33.3%
Salto incompleto	2	50%	50%
Salto con Golpe	4	75%	25%
Salto Completo	23	17.4%	82.6%

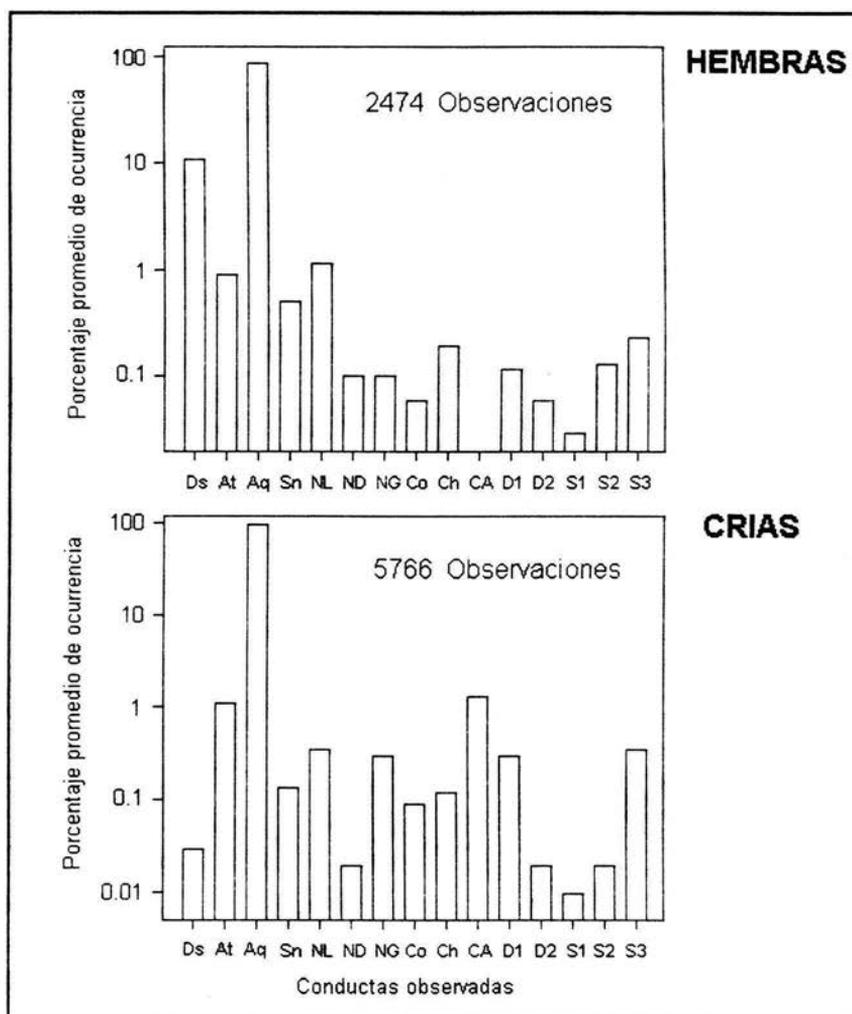


Fig. 5. Porcentaje promedio de ocurrencia para hembras y crías de todas las conductas observadas. Nótese que la escala es logarítmica.

El nado girando, delfineo completo, atisbo y salto completo se observaron con más frecuencia en las crías.

Al analizar las gráficas de eventos en superficie a lo largo del tiempo, (de las cuales vemos cuatro ejemplos en la gráfica C de las figuras 6, 7, 8, y 9) se observan las siguientes situaciones:

En las hembras en general, se aprecia la secuencia normal de buceo consistente en una serie de apneas cortas alternadas con una o dos apneas largas. La duración de éstas es variable. En pocas ocasiones (5% de total) las apneas largas no se presentan, y el patrón consiste en largos periodos en los que únicamente se realizan apneas cortas. Como ejemplo de esto considerese el breve periodo de apneas cortas antes del segundo de registro 3000 de la gráfica A de la figura 8.

Los eventos conductuales que presumiblemente tienen un bajo costo energético no aparecen siempre seguidos o precedidos por el mismo patrón de respiración. Tal parece que la única situación común es que el evento tiene pocas probabilidades de suceder tras una apnea prolongada. Esto parece tener su excepción en el atisbo, que puede ocurrir entre periodos largos de apnea. Aparentemente son dos el máximo número de apneas prolongadas que pueden realizar los animales con solo una o dos respiraciones de recuperación entre ellas. Incluso la segunda puede ser mas larga que la primera con sólo una apnea corta entre ellas, pero despues de esto, el animal necesita de una serie de respiraciones más grande para ventilarse.

Los periodos de descanso significan un lapso en el que el animal está estático, y aunque emerge, aparentemente no existe evento de respiración ya que en ocasiones no se observa ni escucha el sople. Estos periodos pueden ser de duraciones muy variadas y se presentan con mucha mas frecuencia en las hembras que en las crías (cuadro 2). Algunas veces constituyen una apnea excepcionalmente larga. Cuando el descanso se prolonga, la respiración se vuelve constante.

En las hembras los saltos no siempre provocan el descenso de la duración de los periodos de apnea posteriores que se esperaba al ser este un evento altamente demandante de energía. Sólo en el 33% de los casos el patrón de apneas cortas y largas no parece modificarse debido a este evento, tal y como se observa en la gráfica C de la figura 9. En el 67% restante las duraciones de apnea subsecuentes si se ven disminuidas hasta en un 50%. Es importante señalar aquí que la ausencia de un descenso en la duración de los periodos de apnea, en ocasiones se debe a que el salto sucedió durante un lapso en el que únicamente se registraron apneas de baja duración,

es decir que estuvo precedido por un periodo de hiperventilación que persistió después del evento.

En los registros de crías, y contrario a lo que sucede con las hembras, se observa que los saltos causan una disminución en la duración de las apneas siguientes. Esto es más común que en el caso de las hembras, en las crías las apneas largas después de un salto son más escasas.

Los saltos con golpe suceden casi al principio de apneas largas, por lo que después de efectuar tal despliegue, el animal no vuelve a respirar inmediatamente. Al terminar la apnea realizada, sigue un periodo de apneas cortas que es muy similar al presentado normalmente sin el evento de salto.

En las crías es común observar los trenes de apneas cortas, aunque esto no significa que sigan un patrón definido ya que su respiración es irregular con pocas excepciones.

Tras un sondeo, donde usualmente se espera una inmersión prolongada, las crías generalmente vuelven casi de inmediato a la superficie para respirar de nuevo y realizar así, un arqueo más, el cual puede indicar el momento en que sucede la verdadera apnea prolongada.

La conducta de medio delfineo en ocasiones se presenta en series de hasta 6 eventos seguidos, aunque esto en realidad no es muy común. La duración de las apneas no parece alterarse debido a esta conducta.

En el caso de las crías, al realizar un despliegue conductual distinto al simple arqueo, la frecuencia respiratoria aumenta, presentándose un mayor número de apneas cortas después de tal evento.

El peso o importancia de cada conducta para hembras y crías se refleja en el cuadro 2. Del 100% de veces que se observó cierta conducta, es importante tomar en cuenta el porcentaje realizado por hembras y crías. Es así como encontramos que ésta proporción tiene particular significado en ciertas conductas. El descanso es presentado casi en su totalidad por las hembras, lo que contrasta con la información que ofrece la figura 5. Aunque el arqueo tiene igual importancia para ambas, el de las crías representa el 72.1% del total, esto debido a la mayor frecuencia con que éstas lo realizan (fig. 5). La proporción de algunas conductas como son el nado dorsal, el

delfineo completo, el salto incompleto y el salto con golpe no son representativas ya que el número de observaciones es poco.

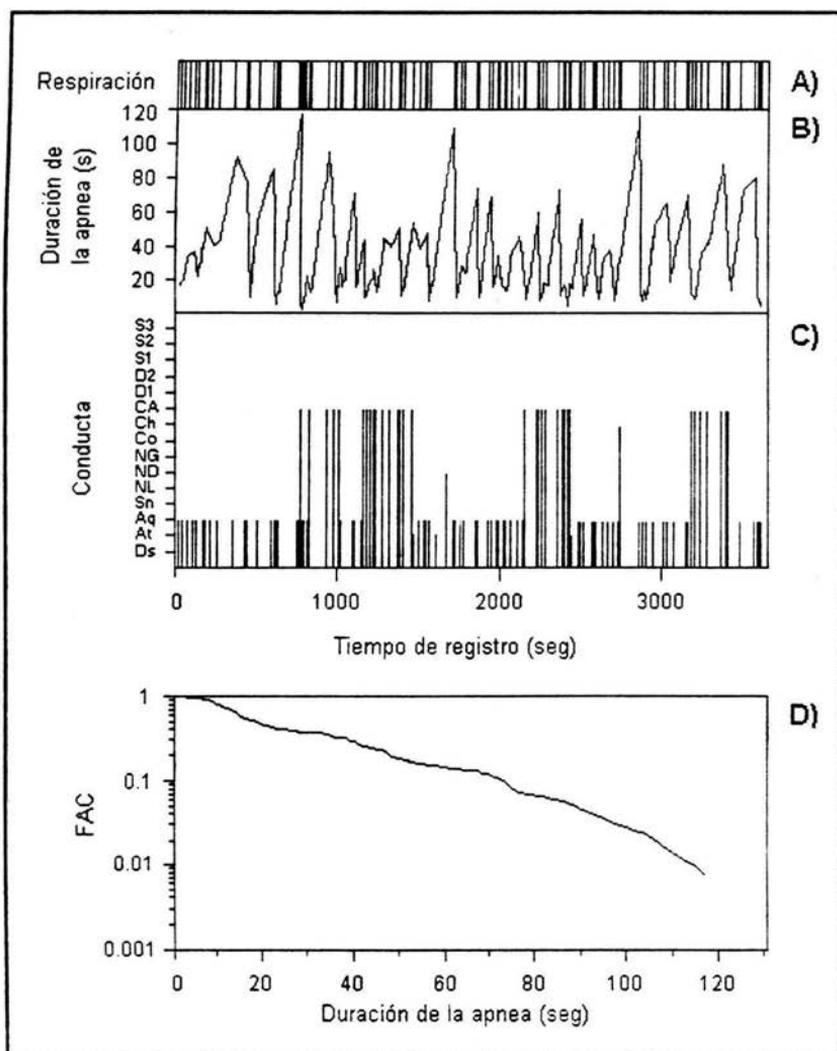


Fig. 6 Gráficas de respiración (A), duración de apneas (B), eventos en superficie (C), y Frecuencia Acumulada Complementaria (FAC) de inmersión (D). Primer caso de distribución FAC.

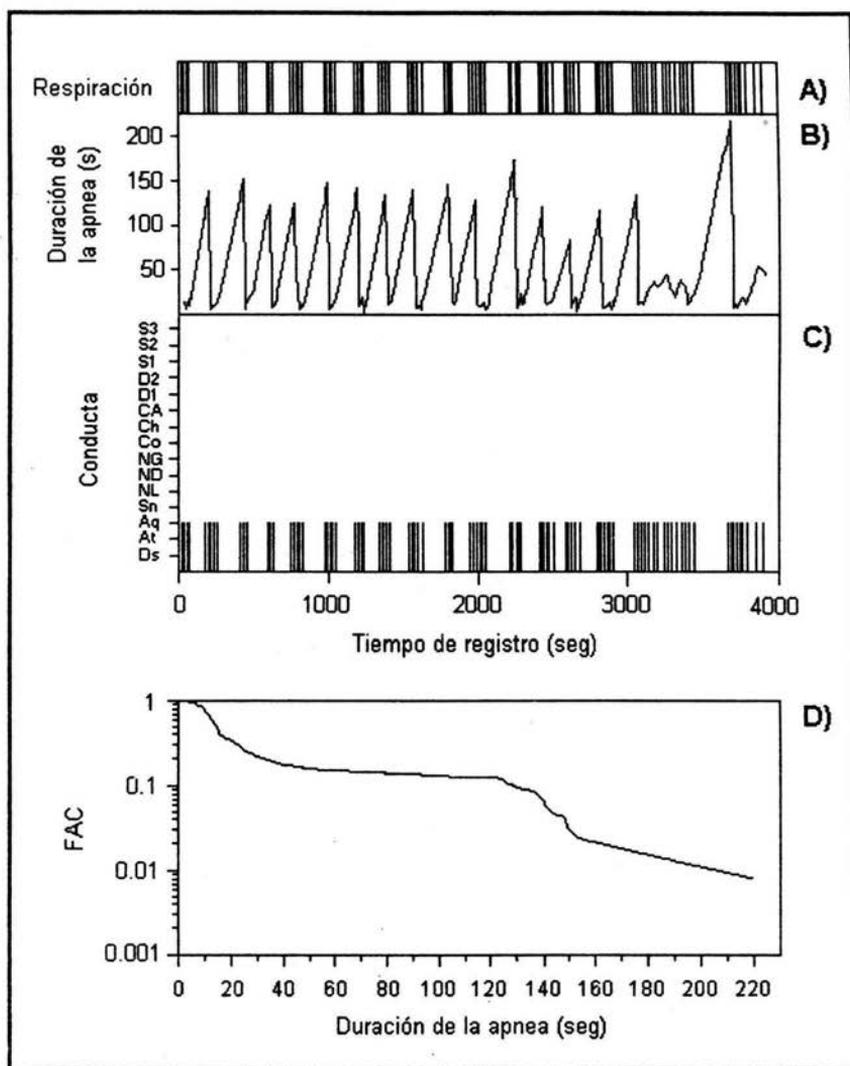


Fig. 7 Gráficas de respiración (A), duración de apneas (B), eventos en superficie (C), y Frecuencia Acumulada Complementaria (FAC) de inmersión (D). Segundo caso de distribución FAC.

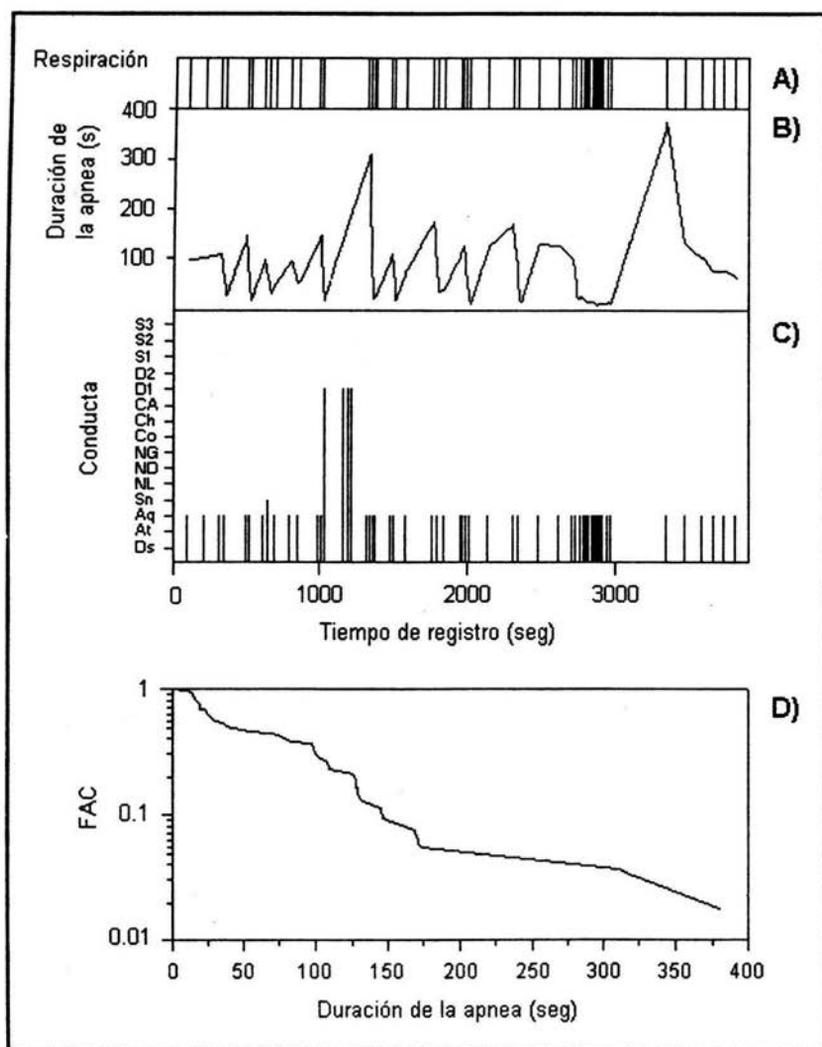


Fig. 8 Gráficas de respiración (A), duración de apneas (B), eventos en superficie (C), y Frecuencia Acumulada Complementaria (FAC) de inmersión (D). Tercer caso de distribución FAC.

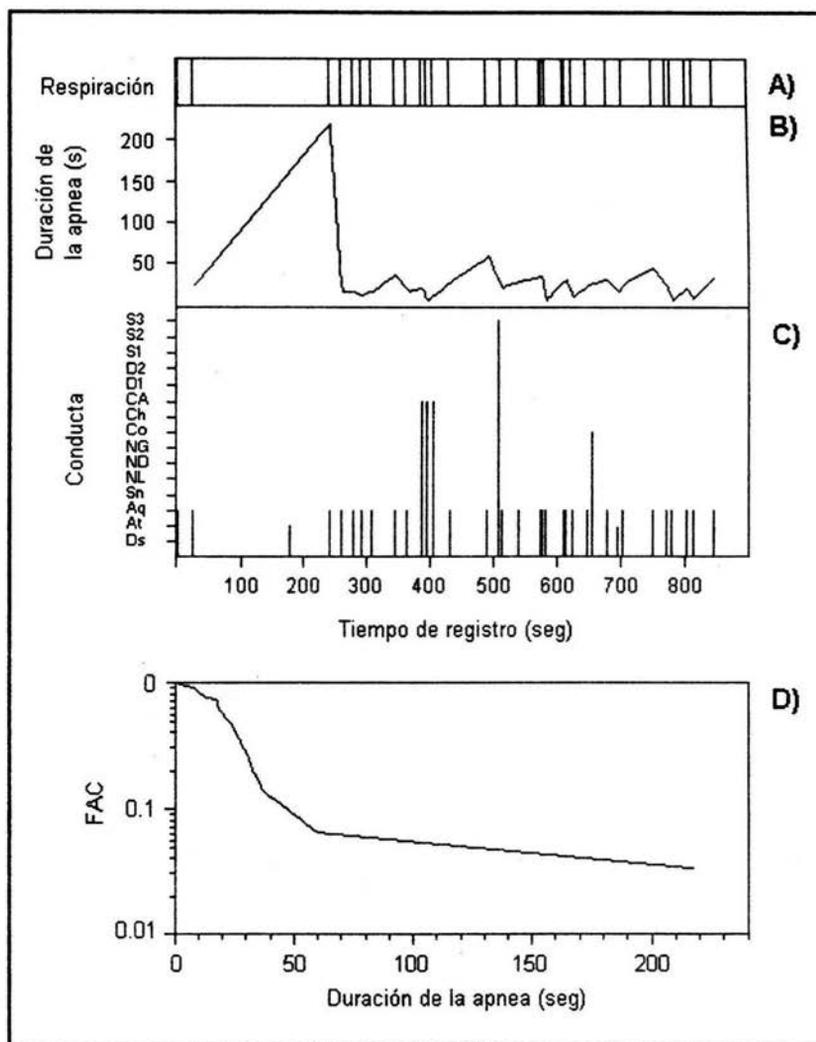


Fig. 9 Gráficas de respiración (A), duración de apneas (B), eventos en superficie (C), y Frecuencia Acumulada Complementaria (FAC) de inmersión (D). Cuarto caso de distribución FAC.

En las gráficas de Frecuencia Acumulada Complementaria se aprecian en general cuatro situaciones distintas:

En la primera, la curva tiene una pendiente suave y uniforme (Fig. 6, gráfica D). Esto indica que ninguna duración de apnea en particular es frecuente ya que la distribución de las frecuencias de cada duración de apnea es uniforme. El buceo puede ser irregular dependiendo del orden en que se presenten las apneas. Este comportamiento se encontró en el 23.7% de los registros de crías y en el 21.4% de los de hembras.

En el segundo caso, la curva presenta varias fases fácilmente identificables (Fig. 7, gráfica D). Se encuentran divididas por varios puntos de inflexión bastante evidentes. Estos puntos indican que el animal bucea siguiendo una secuencia de apneas cortas alternadas con una apnea larga. Es por esto que tenemos al menos dos partes de la curva con gran pendiente. Normalmente éstas partes se ubican al principio y final de la curva, en las áreas correspondientes a apneas muy cortas primero y largas después. Esto quiere decir que son apneas con esa duración las que suceden con más frecuencia.

Podemos decir que en el caso anterior el buceo se realiza en "trenes" aislados de varias apneas de baja duración. Para las crías este patrón representa el 47.5% y para las hembras el 53.6%.

En la tercera situación se presenta un patrón de buceo consistente en "trenes de trenes". Esto tiene su explicación al referirse a la figura 8, gráfica D. En este ejemplo se observa a primera vista una curva similar a la anterior, dividida por dos puntos de inflexión evidentes. La diferencia estriba en que cada componente de la curva presenta a su vez una serie de cambios de pendiente divididos por puntos de inflexión. Esto es indicativo de que el patrón se vuelve más complejo, ya que cada serie de apneas cortas y largas se repite con cierta periodicidad constituyendo una serie parecida de mayores dimensiones. Las crías la realizaron con mayor frecuencia, ya que significa el 28.8% de sus registros, mientras que para las hembras este porcentaje es de 10.7%

El cuarto caso se presenta cuando encontramos curvas con un solo punto de inflexión (Fig. 9, gráfica D). Una parte tiene una pendiente muy baja y la otra la tiene alta, lo que indica que solo se presentan con frecuencia apneas de cierta duración. Estas pueden ser altas o bajas. En este caso sólo se registró este tipo de curva para las hembras en el 14.3% de los registros.

**FACTORES DE VARIACION EN LA DURACION DE APNEA.****Variación temporal en el conjunto de observaciones**

En el cuadro 3 se observa que los promedios de apnea de las crías tienden en general a incrementarse. Las hembras parecen no seguir una tendencia definida y sus promedios de apnea son muy variables a lo largo de las distintas semanas. En la figura 10 se aprecia ésta variación semanal de los promedios de apnea en observaciones desde embarcación.

En el cuadro 4 se observa algo similar, sin embargo, en este caso se cuenta únicamente con registros de 4 semanas. Esto debido a que en las semanas faltantes no hubo tránsito de hembras con cría frente al puesto de observación en tierra.

Se observa que el promedio de apnea de las crías aumento, aunque no de manera drástica, lo que se ve reflejado en los promedios mensuales de apnea para observaciones desde embarcación (cuadro 5). Estos promedios muestran también un aumento en el caso de las hembras.

Cuadro 3. Promedios de apnea semanales de hembras y crías registradas desde embarcación.

SEMANA NO.	PERIODO	NUMERO DE REGISTROS	PROMEDIO DE APNEA (SEG)	
			CRÍAS	HEMBRAS
1	4 al 10 de febrero	10	31.0	73.6
2	11 al 17 de febrero	5	36.8	110.7
3	18 al 24 de febrero	2	38	87.7
4	25 de feb. al 2 de marzo	10	38	78.5
5	3 al 9 de marzo	8	35.9	82.7
6	10 al 16 de marzo	5	37	87.9
7	17 al 23 de marzo	4	44.5	107.4
8	24 al 30 de marzo	2	37.8	73.4

Cuadro 4. Promedios de apnea semanales de hembras y crías registradas desde tierra.

SEMANA NO.	PERIODO	NUMERO DE REGISTROS	PROMEDIO DE APNEA (SEG)	
			CRÍAS	HEMBRAS
4	25 de feb. al 2 de marzo	3	40.3	69.9
5	3 al 9 de marzo	5	34.0	65.3
6	10 al 16 de marzo	3	40.8	83.5
7	17 a 23 de marzo	3	45.5	79.4

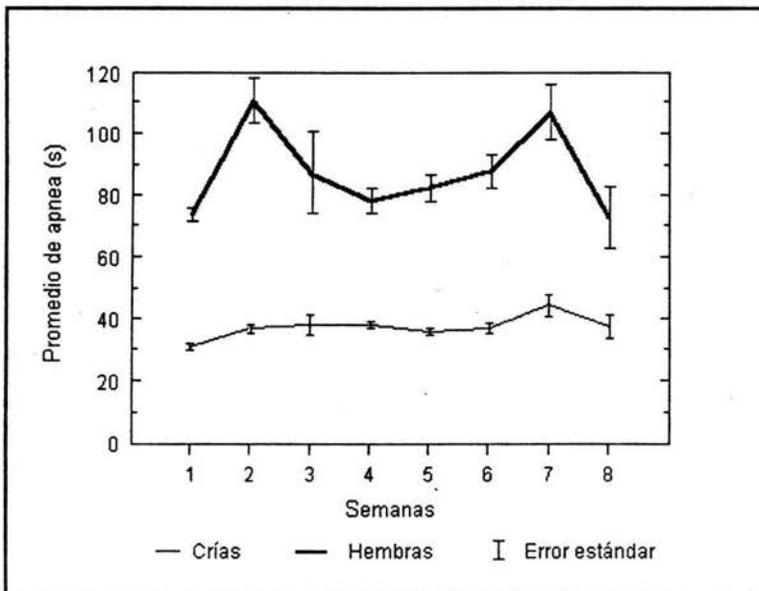


Figura 10. Promedios de apnea de hembras y crías observadas desde embarcación.

El análisis de la variación semanal de los tiempos de inmersión, reportó diferencias significativas sólo para algunas semanas tanto en hembras como en crías.

Las crías registradas desde embarcación tuvieron un incremento general. Se observa un decremento que contradice a la tendencia general en las semanas 5 y 8 lo cuál será discutido posteriormente (cuadro 3).

Cuadro 5. Promedios de apnea mensuales de hembras y crías registradas desde embarcación.

MES	PROMEDIO DE APNEA (SEG)	
	CRIAS	HEMBRAS
Febrero	34.5	81.7
Marzo	37.9	87.2

Los registros de crías tomados desde tierra muestran también un incremento palpable respecto al primer y último registro de ésta categoría. Es importante destacar que en la quinta semana hubo una disminución en el promedio de apnea, no obstante es ésta la que tuvo el mayor tamaño de muestra.

A lo largo de las ocho semanas las hembras registran dos picos donde las duraciones de apnea son muy altas respecto a los demás registros. Estos se presentaron en la segunda y séptima semanas. Aquí no se puede afirmar que exista una tendencia a aumentar en los promedios de apnea.

Durante las cuatro semanas de registros desde tierra para hembras, el único patrón que se observa es de alternancia entre incrementos y decrementos. Ninguna de estas variaciones se consideraron de significancia estadística al someterlos a la prueba de t.

Los promedios generales para el primer y segundo mes (cuadro 5) tuvieron una ligera variación. Al aplicarse la prueba de t no fue considerada como significativa para las hembras (t: -1.483 p:0.138), sin embargo para las crías si lo es (t:-2.986 p:0.0028).

#### Variación temporal en los mismos individuos

Se hicieron únicamente cuatro recapturas, de las cuales dos corresponden a la misma pareja (cuadro 6).

La pareja 1 fue recapturada a los 13 y 23 días después del avistamiento original. Los tres avistamientos fueron hechos desde embarcación.

Los promedios de apnea de la madre para los tres registros no tienen diferencia significativa entre ellos. En el caso de la cría, la primer recaptura difiere significativamente de los otros dos registros por tener una duración menor, pero el primer y tercer avistamiento no presentan diferencia entre si.

La pareja 2 fue recapturada a los tres días de su registro inicial. Tanto para la hembra como para la cría los promedios de apnea tienen diferencias, aunque cabe mencionar que esta no consiste en un incremento, sino en un decremento entre el tiempo uno y el tiempo dos, ambos registros se realizaron desde tierra.

La pareja 3 tuvo una diferencia de nueve días entre registros. A pesar de que la cría incrementó su promedio de apnea, no se consideró significativo este aumento al aplicar la prueba de t. La madre si presentó una diferencia importante de un registro a otro. En este caso, los registros fueron hechos también desde tierra.

Cuadro 6. Promedios de apnea en segundos para hembras y crías recapturadas.

FECHA	PAREJA 1		PAREJA 2		PAREJA 3	
	Hembra	Cría	Hembra	Cría	Hembra	Cría
13 de Febrero	85.3	47.66				
26 de Febrero	91.65	25.48				
3 de 1Marzo			134.75	51.79		
6 de Marzo			71.95	30.8	51.33	34.98
7 de Marzo	60.6	41.87				
15 de Marzo					104.83	42.12

#### Variación en las observaciones en tierra y en embarcación

Al comparar los promedios totales de tiempos de apnea para las hembras y crías registradas desde lancha contra los registros de tierra (figura 11), la prueba de t aplicada indica que existen diferencias significativas entre los promedios de ambas muestras (hembras t: 3.06 p:0.0022), (crías t:-2.39 p:0.025). Este resultado indica que las hembras realizan apneas más largas en presencia de una embarcación. Por el contrario, las crías reducen su tiempo de apnea en las mismas circunstancias.

En la figura 11 se observan cuatro gráficas de distribución de tiempos de apnea, en las que las "cajas" indican el área de distribución de la mayoría de los datos, la línea continua dentro de ellas indica el promedio de apnea, y la línea vertical la desviación estándar.

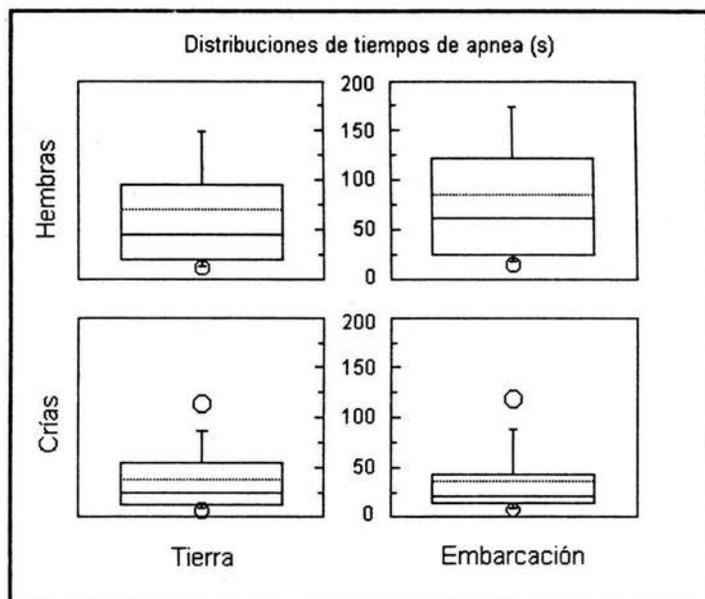


Figura 11. Distribución de tiempos de apnea promedio registrados desde tierra y desde embarcación

#### FORMA DEL GASTO ENERGETICO

Schmidt-Nielsen (1984) propuso que la tasa ventilatoria es proporcional a la tasa metabólica relativa, es decir, a la tasa metabólica por unidad de masa. Con base en este postulado y tomando en cuenta las tasas ventilatorias promedio semanales se encontró lo siguiente:

Las hembras presentan una tasa de ventilación muy baja en la segunda y séptima semanas. Esta se acerca mucho a la tasa ventilatoria promedio para la conducta de descanso. Se considera que, en términos globales, la conducta de descanso implica un gasto energético muy bajo, lo que nos lleva a pensar que este punto es indicativo del metabolismo basal. Siendo así, las semanas 4 y 5 representan el momento en que los animales tienen su máxima actividad y consiguiente gasto energético (fig. 12).

No se tienen datos suficientes para calcular el promedio de apnea en descanso de las crías. Pero es evidente que esta actividad no tiene gran importancia en términos de su frecuencia de aparición (fig. 5, cuadro 2). La tasa ventilatoria de las crías es cada vez mas baja conforme transcurre la temporada (cuadro 7). Las crías solo tienen incremento en las semanas 5 y 8, ninguna de ellas sobrepasa la tasa registrada en la primera semana.

Las hembras tienen incremento en tres semanas. Sin embargo aquí resultan mas evidentes las dos semanas que presentan una tasa ventilatoria muy baja (cuadro 7), cercana a la considerada como basal. Al aumentar la capacidad de las crías de realizar inmersiones prolongadas su tasa ventilatoria desciende proporcionalmente.

A pesar de que los registros desde tierra son escasos (cuadro 7) se alcanza a distinguir también en ellos que la tasa ventilatoria tiene una tendencia a bajar. Las hembras dedican mayor parte del tiempo al descanso, las actividades altamente demandantes de energía son las que ocurren con menos frecuencia (fig. 5).

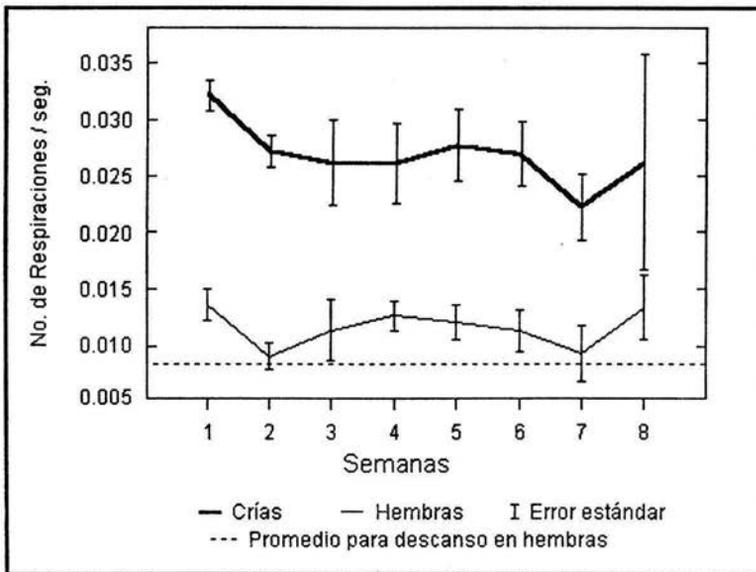


Fig. 12 Tasas ventilatorias de hembras y crías y tasa ventilatoria del descanso de hembras considerado como indicativo del metabolismo basal.

Cuadro 7. Tasas ventilatorias semanales de hembras y crías registradas desde tierra y embarcación.

SEMANA NO.	TASA VENTILATORIA (NO. DE RESPIRACIONES /SEG)			
	HEMBRAS		CRIAS	
	EMBARCACION	TIERRA	EMBARCACION	TIERRA
1	0.014	---	0.032	---
2	0.009	---	0.027	---
3	0.011	---	0.026	---
4	0.013	0.014	0.026	0.025
5	0.012	0.015	0.028	0.029
6	0.011	0.012	0.027	0.024
7	0.009	0.013	0.022	0.022
8	0.014	---	0.026	---

#### CORRELACION HEMBRA-CRIA

Las figuras 13 y 14 muestran las correlaciones y valores de tau de las crías en cuatro casos representativos. En el primero de ellos (figura 13 caso A) se observan dos niveles de correlación. En este caso, los valores significantes a  $\alpha \leq 0.05$  se ubican dentro de los valores positivos de tau, o que corresponden a tiempos en que la cría sale después que la madre. Los valores de correlación (D) son similares encontrándose dos secciones prácticamente divididas por el tau cero.

El segundo muestra dos niveles de valores de correlación predominantes (figura 13 caso B). Aquí el número de valores significativos de alfa es mayor y se sitúan hacia la izquierda en la gráfica.

La figura 14 caso C muestra una situación en que el valor de correlación más alto se sitúa muy cercano a tau cero, los demás permanecen en un nivel inferior.

La última situación se ilustra en la figura 14 caso D. Aquí los valores de correlación son bastante homogéneos y ninguno de ellos es significativo.

Al analizar los valores de tau de las crías y ubicar aquellos que son significativos ( $\alpha \leq 0.05$ ) en intervalos de clase (Cuadro 8), se encontró que la frecuencia más alta corresponde al intervalo no. 7 que abarca de 2.5 a 7.5 segundos (Figura 15). Esto quiere decir que la relación más común es que la cría salga de 2.5 a 7.5 segundos después de que la madre sale a respirar. Lo anterior indica que no existe una sincronía precisa.

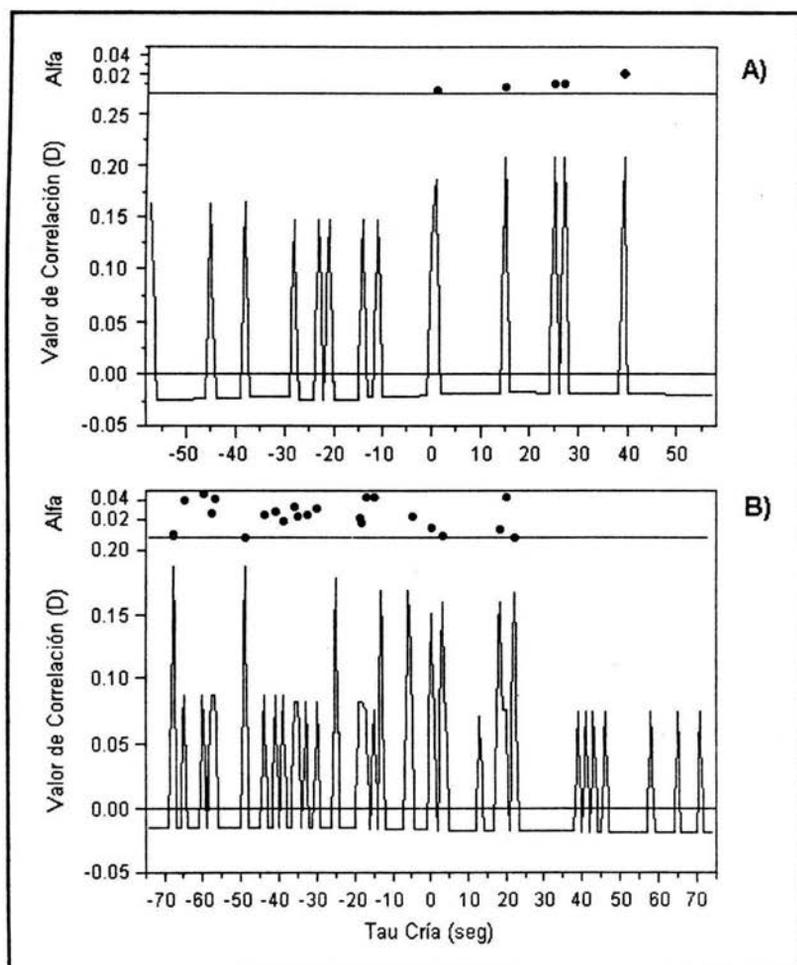


Figura 13. Gráficas de correlación de tiempos de apnea de hembras y crías.

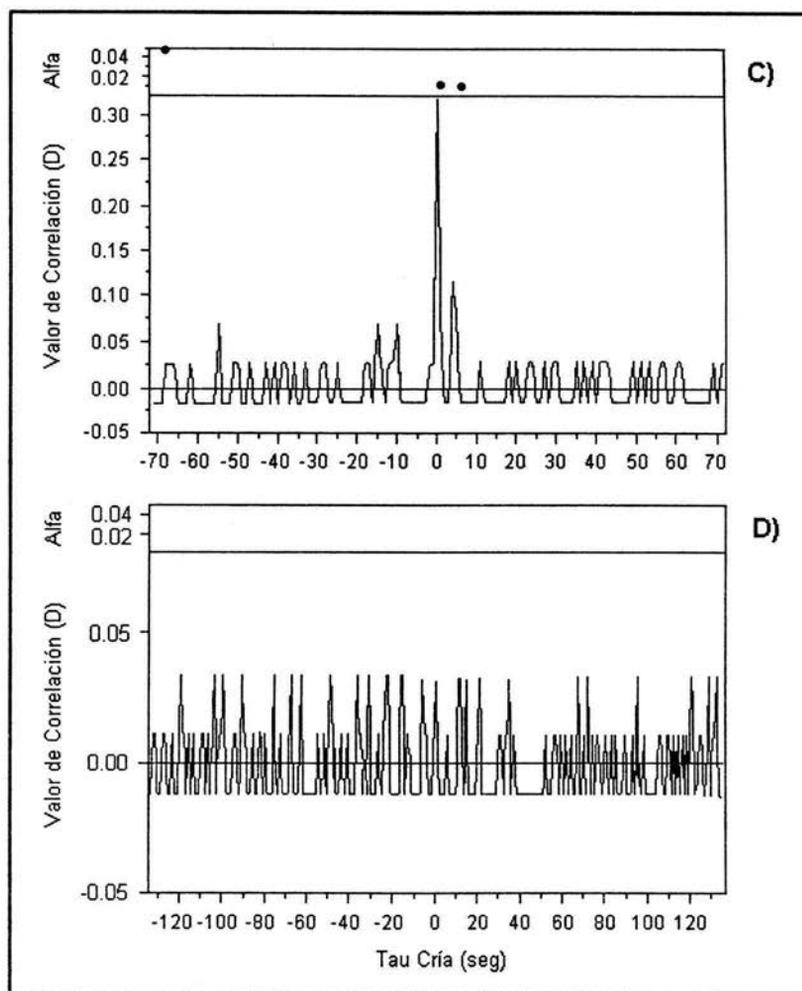


Figura 14. Gráficas de Correlación de tiempos de apnea de hembras y crías.

Cuadro 8. Valores de Tau para cada marca de clase y frecuencias correspondientes.

MARCA DE CLASE (SEG)	VALORES INCLUIDOS	FRECUENCIA RELATIVA
-25	[-27.5 -(-22.51)]	0.073
-20	[-22.5 -(-17.51)]	0.082
-15	[-17.5 -(-12.51)]	0.112
-10	[-12.5 -(- 7.51)]	0.088
-5	[-7.5 -(-2.51)]	0.073
0	[-2.5 - (2.5)]	0.152
5	[2.51- 7.5]	0.162
10	[7.51- 12.5]	0.059
15	[12.51- 17.5]	0.073
20	[17.51- 22.5]	0.073
25	[22.5- 27.5]	0.053

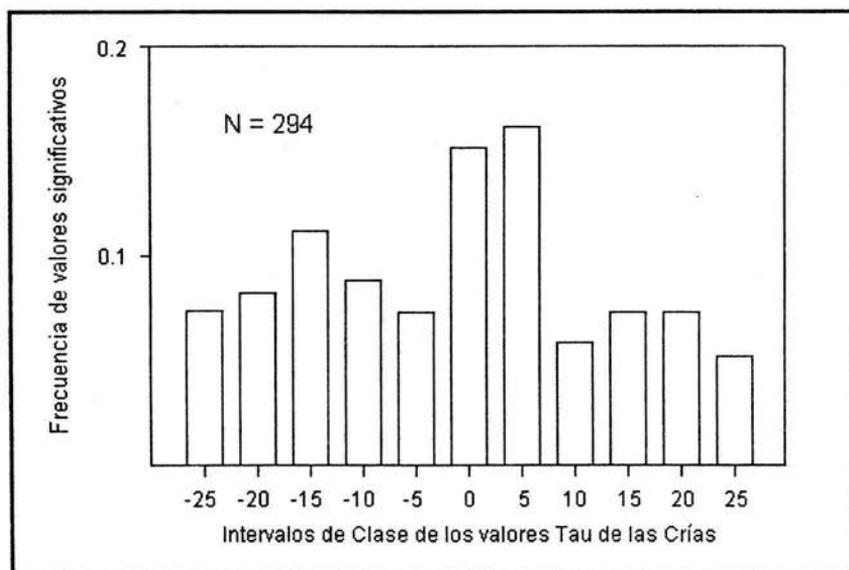


Figura 15. Frecuencia relativa de los valores significativos de tau en crías.

## DISCUSION

La falta de registros desde tierra para la 1a., 2a., 3a., y 8va. semana se debió a que en esas fechas el tránsito de hembras con cría frente a Punta Piedra fue escaso o nulo. Durante las primeras tres semanas de febrero la mayoría de las parejas se agruparon en el interior de la laguna. Para la última semana de marzo, cuando la mayor parte de adultos solitarios se retiraron, las parejas que quedaban ocuparon el área de la entrada de la laguna al sur de Punta Piedra. Este patrón de distribución es el seguido comunmente por las ballenas grises en la Laguna San Ignacio, como lo detallan las observaciones hechas por Swartz de los años 1978 a 1982 (Swartz, 1986). El encontró que el máximo número de hembras con cría en la laguna baja corresponde al mes de marzo, acentuándose hacia fin de mes aunque con ciertas variaciones anuales.

En cuanto al mes de febrero, tal y como se observó en la temporada 1996, Swartz encontró una mayor abundancia de hembras con cría en la laguna superior. Este comportamiento se debe a que cuando las crías son aún pequeñas, sus madres buscan lugares tranquilos y protegidos (Norris, *et al.*, 1977), características que brinda el interior de la laguna. Hacia el final de la temporada cuando las crías son más grandes y resistentes, las parejas ocupan el área cercana a la entrada de la laguna para poco después, comenzar su migración al norte. Es por la razón expuesta, que al no contar con otro sitio adecuado de observación, se carece de registros en tierra para la 1a., 2a., 3a., y 8va. semanas.

La intención de conocer la fecha de nacimiento de las crías por medio de la identificación de los adultos no se cumplió. Para la fecha en que se inició el trabajo de campo (5 de febrero) había ya gran cantidad de hembras con cría. Jones (1985) encontró, de los años 1977 a 1982 que los nacimientos ocurren en el periodo del 26 de diciembre al 1o. de marzo, ubicando una media alrededor del 27 de enero. Es probable que muchas crías incluso nacieran antes de llegar a la laguna, lo cuál se apoya en la observación de crías en el recorrido hacia las lagunas de crianza (Leatherwood y Beach, 1975; Sund, 1975). Este hecho fue contemplado desde el principio, sin embargo, existía la posibilidad de que fueran bastantes las hembras que aún no parían a sus crías para la fecha de inicio del trabajo. Si bien ésto fue cierto, y así lo confirman censos realizados en la misma temporada (Flores *et al.*, 1996), la cantidad de ballenas en la laguna fue grande y sobrepasó los recursos de observación con que se contaba. Es por ésto, que al presentarse de nuevo tal patrón en ésta temporada no fue posible conocer la fecha de nacimiento de las crías.

Con respecto a la duración de las apneas, estas son cortas si se comparan con las registradas en las áreas de alimentación. En aquellos lugares, los animales bajan hasta profundidades de 25 a 40 m., saliendo a respirar en periodos de 2 a 4 minutos (Bogoslovskaya, 1985). En la Laguna San Ignacio los animales no tienen necesidad de permanecer sumergidos por mucho tiempo, ya que no se alimentan. Además, la profundidad no va más allá de los 25 m (Anónimo, 1994), por lo que están restringidos en cuanto al espacio disponible para explorar o realizar otras actividades que requieran apneas más largas.

La identificación individual de los animales es posible. Las marcas naturales sirven bien para éste propósito al menos durante el trabajo de una misma temporada. Si bien esto se puede dificultar con algunos animales, la identificación no es imposible como lo señala Bogoslovskaya (1985). Se hace necesario realizar la fotoidentificación de los individuos para contar con un catálogo permanente. Sin embargo, la esquematización en el campo es de gran utilidad para fines de establecer recapturas.

Respecto al tiempo de registro, en un estudio similar con enfoque fisiológico con crías de ballena gris se consideraron periodos de 10 min. de duración o 15 ciclos ventilatorios completos como el tamaño de muestra mínimo aceptable (Sumich, com. pers.). En el presente trabajo se consideraron sólo los registros que rebasaran los 30 minutos de duración, contando también con muchos dentro del rango de una hora. Esto ofrece datos confiables en los que es más fácil detectar un patrón de buceo. Además de que para lograr una interpretación energética de la tasa ventilatoria los registros largos son necesarios. La cantidad de oxígeno asimilada en cada respiración es variable y depende del contexto conductual.

Se analizó cada parte de los registros fraccionados, frecuentemente éstos tuvieron una duración menor a los 30 minutos. Comúnmente de 15 a 20 minutos. De estos registros no fue posible obtener información del patrón de buceo, ya que solo se puede observar una parte de él. En ocasiones los registros sólo incluían unas 10 respiraciones que no fueron de utilidad para este fin.

#### **RELACION CONDUCTA Y DURACION DE APNEA**

El arqueo fue la única conducta que se registró en el 100% de los avistamientos, tanto en hembras como en crías. Al ser éste una parte del desplazamiento normal y presentarse prácticamente con cada respiración, era de esperarse que tuviera tal frecuencia.

En las crías, esta conducta representó el 95.8% de todos los eventos realizados, y para las hembras el porcentaje fue menor (85.9%). Las hembras dedican

una buena parte de su tiempo al descanso, esto aunado a que la frecuencia de sus arqueos es menor que en las crías explica su porcentaje más bajo. Las crías por el contrario, aunque despliegan otras conductas, la frecuencia con la que respiran es tanta que la cantidad de arqueos resultantes ocupa casi el 100% de sus actividades, en términos del número de observaciones de cada conducta.

De todas las veces que se registró descanso, el 95% corresponde a registros de hembras. Esto nos puede indicar que para las crías esta actividad no tiene gran importancia o bien, que éstas pueden estar dedicando gran parte o la totalidad de la noche para descansar. Para las hembras esta conducta representa el 10.5% del total de conductas realizadas, porcentaje alto al compararlo con el resto de las conductas. Su importancia se tratará mas adelante.

Los saltos fueron realizados tanto por las hembras como por las crías. El salto completo se presentó con mayor frecuencia en las crías. Norris *et al.*, (1977) indican que los saltos de una hembra con cría son poco comunes, y en efecto, esta actividad tiene un bajo porcentaje de aparición en sus tres modalidades.

Las apneas cortas realizadas comunmente por hembras y crías pueden deberse a la poca profundidad predominante en la laguna, que tiene 6 m en promedio con un máximo de 25.9 m en un área limitada (Anónimo, 1994). Tal parece que una apnea larga es poco probable en una área donde la profundidad no la favorece. De hecho, las apneas más largas se registraron durante el descanso, cuando el animal permanece muy cerca de la superficie.

Eventos de bajo costo energético (nado lateral, dorsal, girando, cola suspendida, chapoteos) suceden entre apneas de diversa duración y se presentan de manera espontánea. Al no requerir de mucha energía, ocurren tanto en apneas cortas como en largas. Tienen poca probabilidad de suceder tras una apnea prolongada ya que en ese momento el animal necesita ventilarse. De hecho, en las hembras sólo en el 22.1% de estos eventos ocurrieron después de una apnea larga. En las crías este porcentaje es aún menor, tan sólo el 16.2% de éstos eventos ocurrieron tras apneas largas. En general pareciera que los animales, al no realizar apneas de larga duración, disponen de buenas reservas de oxígeno para realizar otros eventos conductuales sin mayor problema.

Los saltos alteran en cierta medida el patrón de respiración observado antes de tal evento. Se llega a observar una disminución de hasta el 50% en la duración de las apneas posteriores. También se da el caso de que el patrón de respiración no se altere, lo cual sucedió en el 33% de los casos. En los registros en que el patrón de respiración no se alteró, éste consistía en un buceo en trenes (Fig. 7). Esto puede

indicar que al llevar una respiración acompasada, las reservas de oxígeno permanecen en niveles que permiten hacer cierto gasto energético sin que se requiera realizar de inmediato algún tipo de compensación. Cuando hay alteración del patrón se observa que previamente se realizaron apneas largas seguidas una de otra, o con sólo una apnea corta entre ellas. No se pudo identificar en ellas un buceo en trenes como en el caso contrario.

Después de realizar un salto con golpe, el animal incluso permanece un tiempo bajo el agua, realizando una apnea larga. Las respiraciones que suceden entre apneas cortas vienen después de este periodo.

La cantidad de crías cuya frecuencia de respiración se alteró después de un salto es muy parecida a la de las crías que no la alteraron. El 54.5% de ellas tuvo una disminución notable en la duración de sus apneas tras el evento. Esta ligera tendencia a una mayor frecuencia de los casos de alteración del patrón es mas evidente en otros eventos conductuales ya que después de prácticamente cualquier conducta distinta al arqueo, la frecuencia respiratoria aumenta. Esto puede encontrar explicación en el hecho de que al dedicar mayor parte del tiempo a otras conductas y no tener largos periodos de descanso en el día, las crías pueden necesitar mas descanso y ventilación casi inmediatamente después de tal evento.

Dado que la duración de las apneas está influenciada por eventos ocurridos previamente y no necesariamente los inmediatos anteriores, las observaciones más útiles son las que cubren un periodo más extenso. Es aconsejable procurar muestras con una hora de duración por lo menos.

## **FACTORES DE VARIACION EN LA DURACION DE APNEA**

### **Variación temporal en el conjunto de observaciones**

Se realizaron muchos registros que no fueron incluidos en el análisis por su poca duración debido a que los animales se perdían de vista rápidamente o eran confundidos al mezclarse con otros. Esto dio como resultado un tiempo de registro infructuoso que al final no pudo considerarse para el análisis por no permitir la observación de algún patrón. Swartz (1986) reportó que las hembras con cría suelen formar grupos de hasta 20 parejas, y pueden permanecer juntas hasta 3 horas, este comportamiento se observó en varias ocasiones. Esto afectó en mayor medida a los registros hechos desde tierra y a los registros desde embarcación correspondientes a las semanas 2, 3, 6, 7, y 8. Por esta razón es conveniente tomar con cierta reserva los promedios de apnea de aquellas semanas con un número pequeño de observaciones.

La figura 10 muestra claramente cómo el promedio de apnea para las crías registró un ligero aumento a lo largo de las primeras siete semanas, y un decremento en la última. Durante la semana ocho las observaciones fueron hechas con las parejas que quedaban en la laguna. Las hembras con crías más fuertes y desarrolladas comenzaron la migración unas semanas antes mientras que las crías más jóvenes permanecieron ahí más tiempo. Swartz (1986) reportó que la máxima abundancia de hembras con cría en la laguna se encuentra de mediados de febrero a mediados de marzo. De hecho, Swartz (1986) encontró que inclusive los primeros días de mayo aún hay madres con cría en la laguna, lo que puede indicar la presencia de crías pequeñas que requieren más tiempo en la laguna antes de migrar al norte. Pasando éste periodo, comienzan su migración. Para la última semana, son las crías menos desarrolladas las que quedan en la laguna, esto explica el por qué no se mantiene el incremento en el promedio de apnea. Este último registra un descenso, pero aún se mantiene por arriba del promedio de la sexta semana. Es importante tomar en cuenta que el tamaño de muestra para la última semana es limitado, lo que nos puede indicar que el promedio de apnea de crías para la última semana no es necesariamente representativo de su desarrollo.

El incremento del promedio de apnea en las crías puede estar afectado por el muestreo realizado. Se trabajó principalmente en la laguna superior y media, ya que fue el área que presentó la mayor cantidad de hembras con cría. Como se explicó anteriormente, conforme las crías crecen, se van desplazando poco a poco con sus madres hacia la entrada de la laguna disponiéndose para partir (Norris *et al.*, 1977; Swartz, 1986). Flores *et al.*, (1996), llegan a esta conclusión al hacer censos en la laguna para determinar abundancia y distribución. Esto sugiere que al muestrear en el mismo lugar, probablemente se estuviera registrando sólo a individuos de una misma clase de edad. Los incrementos en los promedios de apnea indican que no es así, pero hay que tomar en cuenta que de realizarse un muestreo más adecuado que comprendiera un área mas amplia podrían encontrarse resultados más claros al respecto.

En la figura 10 se observa que los promedios de apnea de las madres presentan dos picos, el segundo concuerda con el valor más alto de las crías en la 7a. semana. El primero, sin embargo, parece demasiado alto para el comportamiento general y la semana de registro a que corresponde.

Los promedios de apnea mensuales revelan un aumento tanto en madres como en crías tal y como se esperaba. Si bien este no es muy grande, es posible apreciar la

variación. Tomando en cuenta el factor del muestreo, es posible que el incremento real de un mes a otro sea aún mayor.

El análisis estadístico de las diferencias semanales en crías registradas desde lancha indica que al parecer el desarrollo de las crías es más rápido durante el primer mes. Existe un aumento significativo de las duraciones de apnea de la primera a la segunda semana, así como de inicio a fin de mes, es decir, de la primera a la cuarta semana. La diferencia significativa entre la primera y la octava semana refleja el aumento mensual.

Durante el segundo mes únicamente las semanas 6 y 7 tienen diferencias significativas. Las semanas restantes tienen incrementos leves e incluso algunos decrementos, pero ninguno de ellos significativo. Esto puede estar indicando que el desarrollo durante el segundo mes es lento, por lo que no se aprecia un aumento contundente en la duración de las apneas.

Para las crías registradas desde tierra, a pesar de que la duración promedio de apnea de la quinta semana muestra diferencia considerable respecto a la previa y la siguiente, el tratamiento estadístico no las consideró diferentes. Comparando éstos valores con los correspondientes en los registros hechos desde lancha, observamos que prácticamente no hay diferencias entre ambas muestras. Esto puede indicar que aunque el tamaño de muestra es pequeño, es lo suficientemente confiable.

Aparentemente las hembras no aumentan su promedio de apnea a la par de las crías, se encontraron diferencias significativas entre los promedios de algunas semanas, pero éstas no aparecen siguiéndolo un patrón de incremento real en la duración de la apnea. Esto se puede interpretar como que las hembras no tienen una modificación real en la duración de sus apneas. Si se percibe alguna, esta sería puramente incidental y no obedecería a un incremento relacionado con las crías o algún otro factor. Hace falta para aclarar esto, conocer mejor los hábitos de las hembras lo cuál ayudaría a explicar el patrón observado.

#### **Variación temporal en los mismos individuos**

El número de recapturas realizadas fue mas limitado de lo que se esperaba. La gran cantidad de animales presentes en la laguna dificultó el reencuentro con parejas previamente registradas. Para la misma temporada Flores *et al.*,(1996) encontraron una abundancia máxima de 220 adultos, 65 % de los cuáles estaban acompañados de una cría, dando un total de 143 hembras con cría. Este hecho redujo la probabilidad de recapturar por lo que sólo se cuenta con tres parejas reavistadas.

Si bien hubo más recapturas, estas no fueron incluidas ya que alguno de sus registros, ya sea el primero o el segundo no tenía la duración necesaria para su análisis.

Si suponemos que la hembra guía a su cría y la va ayudando a lograr mayores tiempos de apnea progresivamente, entonces se esperaría que la hembra fuera aumentando sus promedios de apnea de manera que la cría la siguiera. Con base en esta hipótesis, se describe la variación de la duración de apnea en las tres parejas recapturadas:

Pareja 1. Aparentemente la hembra no aumenta su promedio de apnea a la par de la cría. Su 1er. y 2o. registros son similares, y el 3o. muestra un marcado descenso no considerado significativo. Esto indica que la duración promedio de apnea para los tres registros de la hembra no es afectada por la influencia de la cría. Tal parece que la duración de apnea para la hembra es aleatoria. Lo anterior se refuerza al analizar los promedios de la cría, la cuál solo tiene variación importante en el segundo avistamiento, el cuál es mucho menor a los otros dos. Así, la relación entre el segundo y tercer registro es de incremento para la cría y de decremento para la madre.

Pareja 2. En este caso sólo se hizo una recaptura, con diferencia de tres días respecto al avistamiento original. Ambos animales bajaron su promedio en el segundo registro, lo cuál no necesariamente refleja un patrón ya que las fechas de registro de ambos son muy cercanas y el número de datos mínimo.

Pareja 3. Fueron nueve días de diferencia entre ambos avistamientos. La cría aumentó la duración de sus apneas en un 20.4 %, lo cuál no se consideró significativo. Al igual que la cría, la madre también aumentó, sólo que de manera drástica, registrándose poco más de un 100 % de aumento. En este caso, el aumento del 20.4% en la duración de apnea de la cría es un aumento importante, sin embargo, se necesitaría contar con más registros del mismo animal para ver si éste aumento se mantiene. Este resultado es contrastante con el de la pareja 1, en cuyo caso, la cría no aumentó su duración promedio de apnea aún después de 13 días.

Tal parece que estas variaciones en los tiempos de apnea de los animales recapturados no obedece a un desarrollo en las crías. Es probable que las diferencias se deban a que la profundidad de los lugares en donde se hicieron los avistamientos sean distintas lo cuál puede estar influyendo en la duración de las apneas. Desafortunadamente no se cuenta con datos sobre la batimetría en la laguna, por lo que no fue posible analizar este factor.

### **Variación en las observaciones desde tierra y embarcación**

La prueba de t mostró diferencias entre los registros desde tierra y desde embarcación al considerar todos los promedios individuales. Este resultado apoya la hipótesis de que la circulación de lanchas en la laguna altera la conducta de las ballenas. Tal parece que ante la embarcación las hembras se muestran evasivas, ya que su promedio de apnea registrado desde lancha es mayor que el registrado desde tierra. Las crías, por el contrario, salen a respirar con más frecuencia, lo que podría interpretarse ya sea como un interés o curiosidad hacia la lancha o como un efecto de estrés. Ya sea en un sentido u otro, la embarcación constituye un factor de alteración en la conducta.

Aún cuando la cantidad de información para los dos tipos de registros es diferente y a pesar de que la diferencia entre los promedios de apnea es pequeña, la prueba realizada indicó que son distintos. Se obtuvieron valores de p bajos (hembras 0.0022 y crías 0.025) que indican un resultado confiable.

### **FORMA DEL GASTO ENERGETICO**

La ausencia de los datos necesarios para obtener el promedio de apnea para el descanso en las crías está indicando que dicha actividad casi no sucede durante el día, o por lo menos no pudo observarse durante el tiempo dedicado al registro. Esto es contrastante con las hembras en cuyo caso el descanso es bastante frecuente, lo que lleva a pensar que es muy importante para ellas si consideramos que la actividad nocturna puede ser mínima al igual que en las crías. Es necesario tomar en cuenta que las hembras casi no se alimentan durante su estancia en las lagunas de crianza así como durante su recorrido migratorio (Slijper, 1976). Es por esta razón que su reserva de energía no se renueva en este periodo. Es importante entonces, administrar esa energía de la mejor manera posible, por lo que gran parte del tiempo descansan procurándose de ésta forma un ahorro de energía. Aunado a la falta de alimento, hay que considerar que las hembras están produciendo leche para alimentar a sus crías, lo que les resta aún más energía. Swartz (1986) observó que la principal actividad de hembras y crías en la parte alta de la laguna es el descanso y la lactancia.

Las crías sí se alimentan continuamente, por lo que no tienen el problema de las hembras. En su caso la reserva de energía no representa un problema y no dedican tanto tiempo para descansar como lo hacen sus madres.

### CORRELACION HEMBRA-CRIA

Lo hasta ahora hipotetizado era que la madre guiaba de alguna manera a la cría con el fin de que ésta fuera desarrollando sus capacidades de realizar buceos prolongados. Esto sugería que la madre indicaría a la cría los momentos para salir a respirar saliendo ella primero y esperando a que la cría la siguiera. Esto traería como consecuencia que la madre redujera sus tiempos de apnea casi al parejo que la cría y que al irse desarrollando la capacidad de esta última, la madre incrementara también la duración de sus buceos.

Al someter los datos obtenidos de hembras y crías al programa CORRESP, se obtuvo un resultado interesante que puede rechazar la hipótesis anterior. Al organizar los valores de correlación significativos a  $\alpha \leq 0.05$  en intervalos de clase, se observó que aquellos valores de tau de las crías en el rango de 2.5 a 7.5 segundos son especialmente frecuentes. Con esto se infiere que al ver salir a sus madres a la superficie, las crías van tras de ellas, saliendo con muy poca diferencia de tiempo. Las madres no alteran sus tiempos de apnea para ajustarse a sus crías. Mientras la hembra se encuentra sumergida, la cría respira en repetidas ocasiones, y cuando la madre sale la cría lo hace también, no importando que quizá no necesite respirar aún debido a que probablemente su última ventilación fue poco antes de tal evento.

En el intervalo con la marca de clase cero, el 43.5% de los valores incluidos en el son positivos, el otro 43.5% corresponde a cero y solo el 13% son valores negativos (Fig. 16). Esto indica que la frecuencia alta del intervalo es debida a valores situados en cero o a su derecha, es decir, positivos. Esto apoya la idea de que las crías salen a respirar al ver salir a la madre, algunas salen al mismo tiempo que ella mientras que la mayoría lo hacen de 1 a 7.5 seg. después que ella. Incluso, y para aportar una mayor precisión, se puede decir que el rango mas frecuente es de 1 a 5 segundos. Esto porque del intervalo con mayor frecuencia, el 69% de los valores son  $x < 5$ , mientras que el 31% restante corresponde a valores  $x > 6$ .

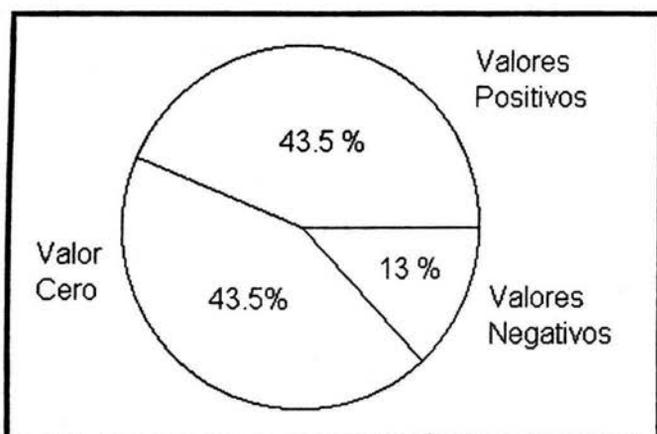


Fig. 16. Porcentaje de valores negativos, positivos y cero del intervalo de tau con marca de clase cero.

## CONCLUSIONES

1. Las hembras siguen cuatro patrones de distribución de tiempos de apnea, siendo el más común el buceo en trenes o secuencias de apneas cortas alternadas con menor número de apneas largas que fue realizado en el 53.6% de las observaciones.

2. Las crías presentan también un alto porcentaje de ocurrencia de este patrón de buceo (47.5%) que sigue la tendencia marcada por la madre.

3. El patrón de buceo consistente en una frecuencia alta de apneas de cierta duración lo presentaron únicamente las hembras.

4. Las crías presentaron una duración promedio de apnea de 36.2 seg. y las hembras de 84.5 seg.

5. La presencia y circulación de embarcaciones menores (pangas) altera la frecuencia respiratoria tanto de hembras como de crías. En el caso de las primeras la frecuencia se reduce, y para las segundas aumenta. Este estudio no cuenta con elementos para afirmar si esta alteración causa o no un efecto negativo.

6. El aumento en la capacidad de realizar buceos prolongados en las crías se manifestó de manera suave pero constante. Los promedios de apnea mensuales revelaron un aumento del 9.9% en la duración promedio de apnea de un mes a otro.

7. Comúnmente las crías respiran de 2.5 a 7.5 segundos después de que la madre lo hace. Aparentemente la hembra no altera la duración de sus apneas con el propósito de que la cría la siga, pero ésta última lo hace cada vez que la madre emerge.

8. Las hembras dedican gran parte de su tiempo al descanso, sus tasas ventilatorias son bajas y el resto de sus conductas son realizadas con poca frecuencia. Las crías tienen más actividad y el descanso es poco frecuente a lo largo del día, sus altas tasas ventilatorias revelan una alta tasa metabólica relativa en correspondencia a su menor tamaño y al hecho de estar en crecimiento, lo que implica un mayor gasto de energía.

9. Finalmente se sugiere que de realizarse un estudio similar al aquí presentado, se modifique el tipo de muestreo realizado aumentando el número de observadores y embarcaciones con el fin de poder cubrir diferentes áreas de la laguna al mismo tiempo. También sería de suma utilidad obtener un perfil batimétrico de la laguna para poder interpretar mejor los patrones de buceo así como la duración de las apneas especialmente en las hembras. Tal información facilitaría la comprensión de las variaciones en los tiempos de apnea de los mismos individuos. Sería importante considerar también la utilización de marcas para las crías que facilitarían el seguimiento de éstas a lo largo de la temporada.

## REFERENCIAS

- Alekseevich, B.S., 1984. Investigations of Gray Whales Taken in the Chukchi Coastal Waters, U.S.S.R. En: The Gray Whale *Eschrichtius robustus*. Jones M.L., S.L. Swartz y S. Leatherwood (Eds), Academic Press, E.U.A. 600 pp.
- Anónimo, 1979. Derrotero de las costas sobre el océano pacífico de México, América Central y Colombia. Secretaría de Marina, México.
- Anónimo, 1994. Manifestación de Impacto ambiental modalidad intermedia. Proyecto Salitrales de San Ignacio. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C. 459 pp.
- Anónimo, 1995. Reservas de la Biosfera y otras áreas naturales protegidas de México. SEMARNAP-INE-CONABIO. México. 160 pp.
- Baird, R.W., 1994. Diving Behavior of Killer Whales. En: Programa y Resúmenes XIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. 15 al 18 de mayo de 1994. La Paz, B.C.S., México.
- Bastida, R., S. Morón, D. Rodríguez y O. Mandó, 1995. Breathing behavior of southern right whales in the breeding area of Valdes Peninsula (Argentina). En: Abstracts of the Eleventh Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. 14-18 December. Orlando, Florida, E.U.A.
- Bogoslovskaya, L.S., 1985. On the behaviour of Gray Whales off chukotka and Koryaka. Int. Whal. Commn. Scientific Commite. Paper SC/36/PS5.
- Bostic, D.L., 1975. En: Jones M.L, S.L. Swartz y S. Leatherwood (Eds.), 1984. The Gray Whale *Eschrichtius robustus*. Academic Press, E.U.A. 600 pp.
- Bowen, S.L., 1974. Probable extinction of the Korean stock of the Gray Whale (*Eschrichtius robustus*). J. Mammal., 55(1), 208-209.

- Bowers, C.A. y R.S. Henderson, 1972. Project Deep ops: deep object recovery with pilot and killer whales. Naval Undersea Center Technical Paper No. 306, San Diego, California. 86 pp.
- Bryant, P.J., C.M. Lafferty, y S.K. Lafferty, 1984. Reoccupation of Laguna Guerrero Negro, Baja California, Mexico, by Gray Whales. En: *The Gray Whale Eschrichtius robustus*. Jones, M.L., S.L. Swartz y S. Leatherwood (editores), Academic Press, E.U.A. 600 pp.
- Bryden, M.M. y G.H. Lim, 1969. En: Harrison (ed.) *Functional Anatomy of Marine Mammals Vol. I*. Academic Press, E.U.A., 1972.
- Buckland, S.T., J.M. Breiwick, K.L. Cattanach, y J.L. Laake, 1993. Estimated population size of the California gray whale. *Marine Mammal Science*, 9(3):235-249.
- Caldwell, D.K. y M.C. Caldwell, 1963. Surf-riding by the California gray whale. *Bull. Soc. Cal. Acad. Sci.* 62(2):68.
- Cole, N.H, 1980. Behavior patterns of gray whales (*Eschrichtius robustus*) in San Ignacio Lagoon, Baja California, Mexico. Reporte final de Investigación, Orange Coast College, E.U.A. No publicado.
- Cope, E.D., 1868. On *Agaphelus*, a genus of toothless Cetacea. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 20:225.
- \_\_\_\_\_, 1869. Third contribution to the fauna of the Miocene period of the United States. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia* 21, 6-12.
- Dahlheim, M.E. y D.K. Ljungblad, 1990. Preliminary hearing study on Gray Whales (*Eschrichtius robustus*) in the field. En: *Sensory Abilities of Cetaceans*. Editado por J. Thomas y R. Kastelein. Plenum Press, New York, E.U.A.
- Diario Oficial de la Federación. Noviembre 10, 1933. Tomo LXXXI nov/dic No. 9. p 146.

- Diario Oficial de la Federación. Julio 16, 1938. Tomo CIX jul/ago No. 14. p. 1-7
- Diario Oficial de la Federación. Diciembre 6, 1949. Tomo CLXXVII nov/dic. No. 31 2a. Secc. p. 5-10.
- Diario Oficial de la Federación. Enero 14, 1972. Tomo CCCX ene/feb . No. 11 p. 4
- Diario Oficial de la Federación. Septiembre 11, 1972. Tomo CCCXIV No. 9. p. 4.
- Diario Oficial de la Federación. Julio 16, 1979. Tomo CCCLV. No. 11 p.23.
- Diario Oficial de la Federación. Marzo 28, 1980. Tomo CCCLIX No. 19. p.33.
- Eberhardt, R.L. y K.S. Norris, 1964. Observations of Newborn Pacific Gray Whales on Mexican Calving Grounds. *Journal of Mammalogy*. 45:(1)88-95.
- Eckert, R., Randall, D. y G. Augustine, 1988. *Fisiología Animal*. Interamericana-Mc Graw Hill. México, D.F.
- Erxleben, J.C.P., 1877. *Systema regni animalis... Classis I. Mammalia*. Lipsiae, 48 + 636 + 64 pp.
- Evans, W.E, 1971. Orientation behavior of delphinids: radio telemetric studies. *Ann.New York Acad.Sci.*, 188:142-160.
- Feldkamp, S., DeLong, R.L. y G. Antoniellis, 1989. Diving patterns of California sea lions, *Zalophus californianus*. *Can.J.Zool.* 67:872-883.
- Flores, S.V., S. Ludwig, A. Gómez G.U., y J. Urbán R., 1996. Abundancia y distribución de la ballena gris en la Laguna de San Ignacio, B.C.S. durante febrero y marzo de 1996. En: Programa y resúmenes. XXI Reunión Internacional para el estudio de los mamíferos marinos. Del 8 al 12 de abril. Chetumal, Quintana Roo, México.

- Folkens, P.A. y J. Urbán R., 1993. Los Mamíferos Marinos de México. Poster conmemorativo de la XVIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. UABCS, La Paz, BCS.
- García E., 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México. 252 pp.
- García, R.M., L. Franco M., V. Becerril A., y A. Aguayo L., 1992. Observaciones de comportamiento en cautiverio de una cría Tursión durante los primeros cinco meses. En: Memoria de Ponencias 1er. Congreso Nacional de Etología. 9-12 de septiembre. Pue., Puebla.
- Gilmore, R. M., 1960. Census and migration of the California gray whale. Norsk Hvalfangst-tiden-de, 49: 409-431.
- Gilmore, R.M., 1976 En: Jones , M.L. y S.L. Swartz, 1986. Demography and Phenology of Gray Whales and Evaluation of Human activities in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, Mexico: 1978-1982. Final report to U.S. Marine Mammal Comision. Cetacean Research Associates. San Diego, California, E.U.A. 69 pp.
- Goodyear, J.D., 1995. Dive behavior, and the question of food limitation in right whales. En: Abstracts of the Eleventh Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. 14-18 December. Orlando, Florida, E.U.A.
- Gray, J.E., 1864. Notes on the whalebone-whales; with a synopsis of the species. Ann. Mag. Nat. Hist., ser.3, 14:345-353.
- \_\_\_\_\_, 1865. Notice of a new whalebone whale from the coast of Devonshire proposed to be called *Eschrichtius robustus*. Proc. Zool. Soc. London pp. 40-43.
- Hall, J.D, 1970. Conditioning pacific white-striped dolphins, *Lagenorhynchus obliquidens*, for open ocean release. Naval Undersea Center Technical Publication 200. San Diego, California.

- Harvey, J.T., y J.L. Sumich, 1993. Dive Patterns of Newborn Gray Whales in Laguna San Ignacio. En: Programa y Resúmenes. XVIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Del 4 al 7 de mayo. La Paz, B.C.S., México.
- Hershkovitz, P., 1966. Catalog of Living Whales. Smithsonian Institution. Washington, E.U.A. 259 pp.
- Hoz, M.E., 1983. La protección de la ballena gris en México. Tesis profesional. Fac. de Ciencias, UNAM. 132 pp.
- Jones, M.L., 1985. En: Swartz, S.L., 1986. Gray Whale migratory, social and breeding behavior. En: G.P., Donovan (Ed.). Behaviour of Whales in Relation to Management. Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue 8). Cambridge, UK.
- Jones, M.L. y S.L. Swartz, 1984. Demography and Phenology of Gray Whales and Evaluation of Whale-Watching Activities in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, Mexico. En: The Gray Whale *Eschrichtius robustus*. Jones M.L., S.L. Swartz y S. Leatherwood (editores), Academic Press, E.U.A. 600 pp.
- Jones M.L., S.L. Swartz y S. Leatherwood (Eds.), 1984. The Gray Whale *Eschrichtius robustus*. Academic Press, E.U.A. 600 pp.
- Kanwisher, J.W. y S.H. Ridway, 1983. The Physiological Ecology of Whales and Porpoises. Scientific American. 248(6):102-111.
- Kasuya y Rice, 1970. en: Alekseevich, B.S., 1984. Investigations of Gray Whales Taken in the Chukchi Coastal Waters, U.S.S.R. En: The Gray Whale. Jones M.L., S.L. Swartz y S. Leatherwood (editores), Academic Press, E.U.A. 600 pp.
- Klinowska, M., 1991. Dolphins, Porpoises and Whales of the World. The IUCN Red Data Book. IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK. viii + 429pp.
- Kooyman, G.L., 1966. Maximum Diving Capacities of the Weddell Seal, *Leptonychotes weddelli*. Science 151.

- Kooyman, G.L. y W.B. Campbell, 1972. Heart rates in freely diving Weddell Seals, *Leptonychotes weddelli*. *Comp.Biochem.Physiol.* Vol.43A pp 31-36.
- Kooyman, G.L., M.A. Castellini, y R.W. Davis, 1981. Physiology of Diving in Marine Mammals. *Ann. Rev. Physiol.* 43:343-356.
- Kooyman, G.L., K.S. Norris, y R.L. Gentry, 1975. Spout of the Gray Whale: Its Physical Characteristics. *Science*, vol. 190. Noviembre. Pp. 908-910.
- Krutzikowsky, G.K., y B.R. Mate, 1995. Dive behavior of individual bowhead whales (*Balaena mysticetus*) monitored by satellite radio-telemetry. En: Abstracts of the Eleventh Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. 14-18 December. Orlando, Florida, E.U.A.
- Lagerquist, B.A., K.M. Stafford, y B.R. Mate, 1995. Dive habits of satellite-monitored blue whales (*Balaenoptera musculus*) off the central California coast. En: Abstracts of the Eleventh Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. 14-18 December. Orlando, Florida, E.U.A.
- Leatherwood S., y D.W. Beach, 1975. A California gray whale calf (*Eschrichtius robustus*) born outside the calving lagoons. *Bull. Soc. Calif. Acad. Sci.* 74(1):45-46.
- Leatherwood S. y D.K. Ljungblad, 1979. Nighttime swimming and diving behavior of a radio-tagged spotted dolphin, *Stenella attenuata*. *Cetology* No. 34.
- Leatherwood S., R.R. Reeves, W.F. Perrin, y W.E. Evans, 1982. Whales, Dolphins and Porpoises of the Eastern North Pacific and Adjacent Arctic Waters. A Guide to Their Identification. NOAA Technical Report NMFS Circular 444. US Department of Commerce.
- Lehrman, D.S. y J.S. Rosenblatt. The Study of Behavioral Development. En: Moltz, H. (Ed.), 1971. *The Ontogeny of Vertebrate Behavior*. p 2-29. Academic Press, E.U.A.

- Lenfant, C., 1969. Physiological properties of blood of marine mammals. En: H.T. Andersen (Ed.), *The biology of marine mammals*, p.95-116. Academic Press, N.Y., E.U.A.
- Lilljeborg, W., 1861. Hvalben funna i jorden på Gräsön i Roslagen i Sverige. Forhandl. Skand. Naturf., 8 de Møde, Kjöbenhavn, 1860:599-616
- Maher, W.J., 1961. Record of the California grey whale. *Artic* 13(4), 257-265.
- Martin, A.R. y T.G. Smith, 1992. Deep diving in Wild, Free-Ranging Beluga Whales, *Delphinapterus leucas*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Vol. 49, 462-466.
- Medrano, G.L., M.E. Durán L., G. Cosío G., T. Fiordelisis C., M. Hernández G., E. Magaña C., y M. Peimbert T., 1995. Fisiología de la conducta de buceo en algunos mamíferos y tortugas acuáticas. Reporte de biología de campo. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F.
- Moltz, H. The Ontogeny of Maternal Behavior in Some Selected Mammalian Species. En: Moltz, H.(Ed.), 1971. *The Ontogeny of Vertebrate Behavior*. p 265-314. Academic Press, E.U.A.
- Nelson, C.H. y K.R. Jonhson, 1987. Ballenas y morsas, labradoras del fondo marino. *Investigación y Ciencia*. No. 127. Abril. p 68-75.
- Nerini, M., 1984. A Review of Gray Whale Feeding Ecology. En: *The Gray Whale Eschrichtius robustus*. Jones M.L., S.L. Swartz y S. Leatherwood (editores), Academic Press, E.U.A. 600 pp.
- Newman, J.R., 1976. Observations of Sexual Behavior in Male Gray Whales *Eschrichtius robustus*. *Murrelet* 57(2):49.
- Norris, K.S., R.M. Goodman, B. Villa-Ramirez, y L. Hobbs., 1977. Behavior of California Gray Whale, *Eschrichtius robustus*, in Southern Baja California, Mexico. *Fish.Bull.* 75(1):159-172.

- 
- Oliver, J.S., P.N. Slattery, M.A. Silberstein, y E.F., O'Connor, 1983. Comparisson of gray whale *Eschrichtius robustus* feeding in the Bering sea and Baja California. Fishery Bulletin. 81(3):513-522.
- Oliver, J.S., P.N. Slattery, M.A. Silberstein, y E.F., O'Connor, 1984. Gray whale feeding on dense ampeliscid amphipod communities near Bamfield, British Columbia. Canadian Journal of Zoology. 62(1):41-49.
- Parker, E.D., 1984. Sperm competition and the evolution of animal mating strategies. pp. 1-60. En: R.L. Smith (ed.) Sperm Competition and the Evolution of Animal Mating Systems. Academic Press, Inc., Orlando, FL, USA. 687 pp.
- Quintana, F., C. Campagna, D. Crocker, y B.J. LeBoeuf, 1995. Diving Behaviour of female southern elephant seals in Patagonia. En: Abstracts of the Eleventh Biennal Conference on the Biology of Marine Mammals. 14-18 December. Orlando, Florida, E.U.A.
- Reilly, 1984. en Klinowska, M., 1991. Dolphins, Porpoises and Whales of the World. The IUCN Red Data Book. IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK. viii + 429pp.
- Rice, D.W., 1965. Offshore southward migration of gray whales of Southern California. Journal of Mammalogy. 46(3): 504-505.
- Rice, D.W. y A.A. Wolman, 1971. The life history and ecology of the gray whale (*Eschrichtius robustus*). American Society of Mammalogists., Spec. Pub. 3:142 p.
- Riesen, A.H., 1960. Effects of stimulus deprivation on the development and atrophy of the visual sensory system. American Journal of Orthopsychiatry, 30, 23-36.
- Riesen, A.H., Kurke, M.I., y Mellinger, J.C., 1953. Interocular transfer of habits learned monocularly in visually naive and visually experienced cats. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 46, 166-172.

- Scammon, C. M., 1874. The Marine Mammals of the Northwestern Coast of North America. John H. Carmany and Co., San Francisco, E.U.A. 319 pp.
- Schmidt-Nielsen, K., 1984. Scaling. Why is animal size so important?. Cambridge University Press. UK. 241 pp.
- Slijper, E.J., 1976. Whales and Dolphins. Univ. Michigan Press. E.U.A. 170 pp.
- Sullivan, R.M., J.D. Stack, y W.J. Houck, 1983. Observations of gray whales (*Eschrichtius robustus*) along northern California, Journal of Mammalogy. 64(4):689-692.
- Sumich, J.L., 1994. Oxygen extraction in Free-Swimming Gray Whale Calves. Marine Mammal Science, 10:(2)226-230.
- Sund, P.N., 1975. Evidence of feeding during migration and of an early birth of the California gray whale (*Eschrichtius robustus*). Journal of Mammalogy. 56(1):265-266.
- Swartz, S.L., 1986. Gray Whale migratory, social and breeding behavior. En: G.P., Donovan (Ed.). Behaviour of Whales in Relation to Management. Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue 8). Cambridge, UK.
- Tinker, S.W., 1988. Whales of the World. Bees Press, Inc. Honolulu, Hawaii. 310pp.
- Wahrenbrock, E.A., G.F. Maruschak, R. Elsner y D.W. Kenney, 1974. Respiration and Metabolism in Two Baleen Whale Calves. Mar.Fish.Rev. 36(4):3-8.
- Wiesel, T.N., y Hubel, D.H., 1963. Effects of visual deprivation on morphology of cells in the cat's lateral geniculate body. Journal of Neurophysiology, 26, 978-993.
- Williams, T.M., G.L. Kooyman y D.A. Croll, 1991. The effect of submergence on heart rate and oxygen consumption of swimming seals and sea lions. J.Comp.Physiol.B. 160:637-644.

- 
- Wolman, A.A., 1985. Gray Whale *Eschrichtius robustus* (Lilljeborg, 1861). En: Ridway, S.H. y R. Harrison. Handbook of Marine Mammals. Vol. 3. Academic Press, E.U.A.
- Yablokov, A.V. y L.S. Bogoslovskaya, 1984. A review of Russian research on the biology on commercial whaling of the gray whale. En: Jones M.L, S.L. Swartz y S. Leatherwood (Eds.), 1984. The Gray Whale *Eschrichtius robustus*. Academic Press, E.U.A. 600 pp.
- Young, E. y S. Dedina, 1994. Community and Conservation: Gray Whale (*Eschrichtius robustus*) tourism in Baja California Sur, México. En: Programa y Resúmenes XIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. 15 al 18 de mayo de 1994. La Paz, B.C.S., México.
- Zimushko, V.V., 1969. en: Yablokov, A.V. y L.S. Bogoslovskaya, 1984. A Review of Russian Research on the Biology and Commercial Whaling of the Gray Whale. En: The Gray Whale *Eschrichtius robustus*. Jones M.L, S.L. Swartz y S. Leatherwood (Eds.), Academic Press, E.U.A. 600 pp.

