

Avistamientos del rorcual tropical, *Balaenoptera edeni* (Cetacea: Balaenopteridae) y temperatura del agua, en Baja California Sur, México

Sergio Flores Ramírez¹, Jorge Urbán Ramírez², Oscar Delgado González³ y Juan Vargas Salinas².

¹ Dept. of Biology. The University of New Mexico. 110 Castetter Hall. Albuquerque NM. 87131.
e-mail sergiof@unm.edu

² Depto. Biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. México.

³ IIO. Universidad Autónoma de Baja California Unidad Ensenada. Ensenada B.C. México.

Recibido 31-V-1996 Corregido 2-IV-1997 Aceptado 23-V-1997

Abstract From June 1988 to July 1991, 143 cetacean boat surveys were conducted at Bahía de La Paz, B.C.S. to elucidate the relation between *B. edeni*'s sighting frequency, and seasonal and annual sea surface temperature (SST). SST showed significant seasonal and annual changes respectively due to the periodic entrance of tropical water masses to the area, and the influx of oceanographic phenomena like El Niño and La Niña. Such events carry associated changes in productivity and food availability at the corresponding time scales. In contrast, *B. edeni*'s sighting frequency did not show correspondence to such SST seasonal or annual changes. It was evident that *B. edeni*'s relative abundance changed notably only during specific oceanographic settings derived from the interaction of annual and seasonal conditions. The results do not support *B. edeni*'s warm water affinity, nor the species exodus out of Bahía de La Paz during the winter. According to these and other evidences, the proposed winter emigration of such population out of the Gulf of California seems improbable.

Key words: *Balaenoptera edeni*, ecology, distribution, Gulf of California, Mexico.

En el Golfo de California durante el efecto del Niño (ENSO) 1982-1983, la abundancia de *B. edeni* en el Canal de Ballenas, B.C. aumentó acompañando al aumento anual y estacional de la temperatura del agua (Tershy *et al.* 1990, 1991) y en la Bahía de La Paz, B.C.S., la abundancia de la especie fue alta en el estío de 1989 (Urbán *et al.* 1991). Dado lo anterior se propuso que la especie tenía afinidad por las aguas cálidas y que la misma migraba hacia fuera del golfo en invierno (Vidal *et al.* 1994, Urbán *et al.* 1991). Sin embargo, otros trabajos han documentado números importantes de *B. edeni* en el área durante períodos templados (Flores 1989, Gendron 1993). Así en el Golfo de California la afinidad de *B. edeni* por aguas cálidas y su éxodo invernal son temas controvertidos. En la Bahía de La Paz se buscó

confirmar la relación entre la frecuencia de avistamiento de *B. edeni* (FA= No. animales avistados / hr) y el cambio anual y estacional de la temperatura superficial del mar (TSM).

MATERIALES Y METODOS

La Bahía de La Paz se localiza en 24° 15'-24° 33' N. y 110° 15'-110° 47' W. (Fig. 1). En esta la productividad y concentración de clupeidos (alimento principal de *B. edeni*), son mayores de noviembre a mayo (Castro Aguirre *et al.* 1984, Hinojosa *et al.* 1993). De junio de 1988 a julio de 1991 se condujeron 143 censos de cetáceos modificando ligeramente la metodología de Tershy *et al.*

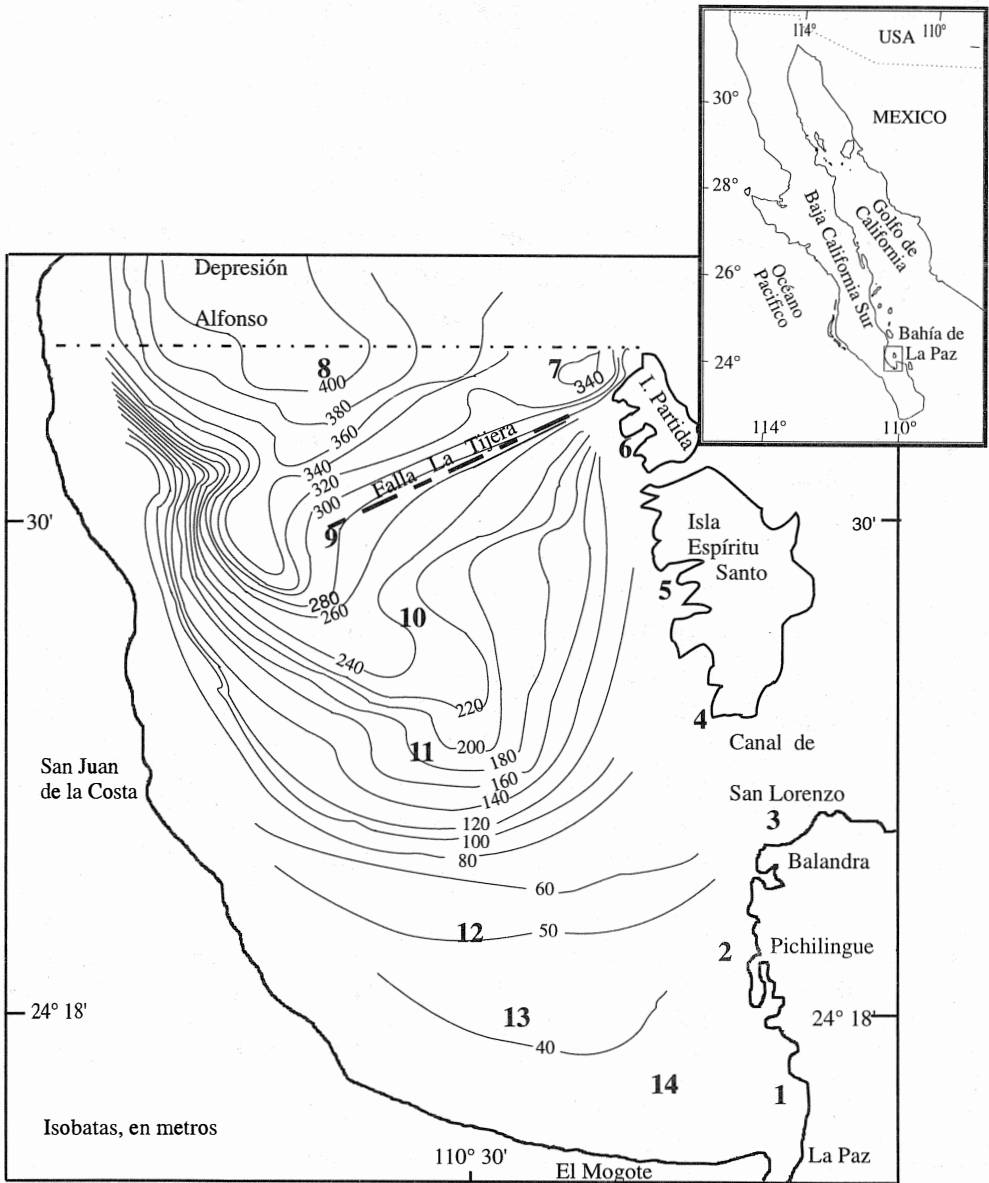


Fig. 1. Localización geográfica de la Bahía de La Paz, su batimetría y disposición de las estaciones de muestreo (Nos. 1 a 14). La línea punteada representa el límite del área de estudio para el período 1988 - 1991.

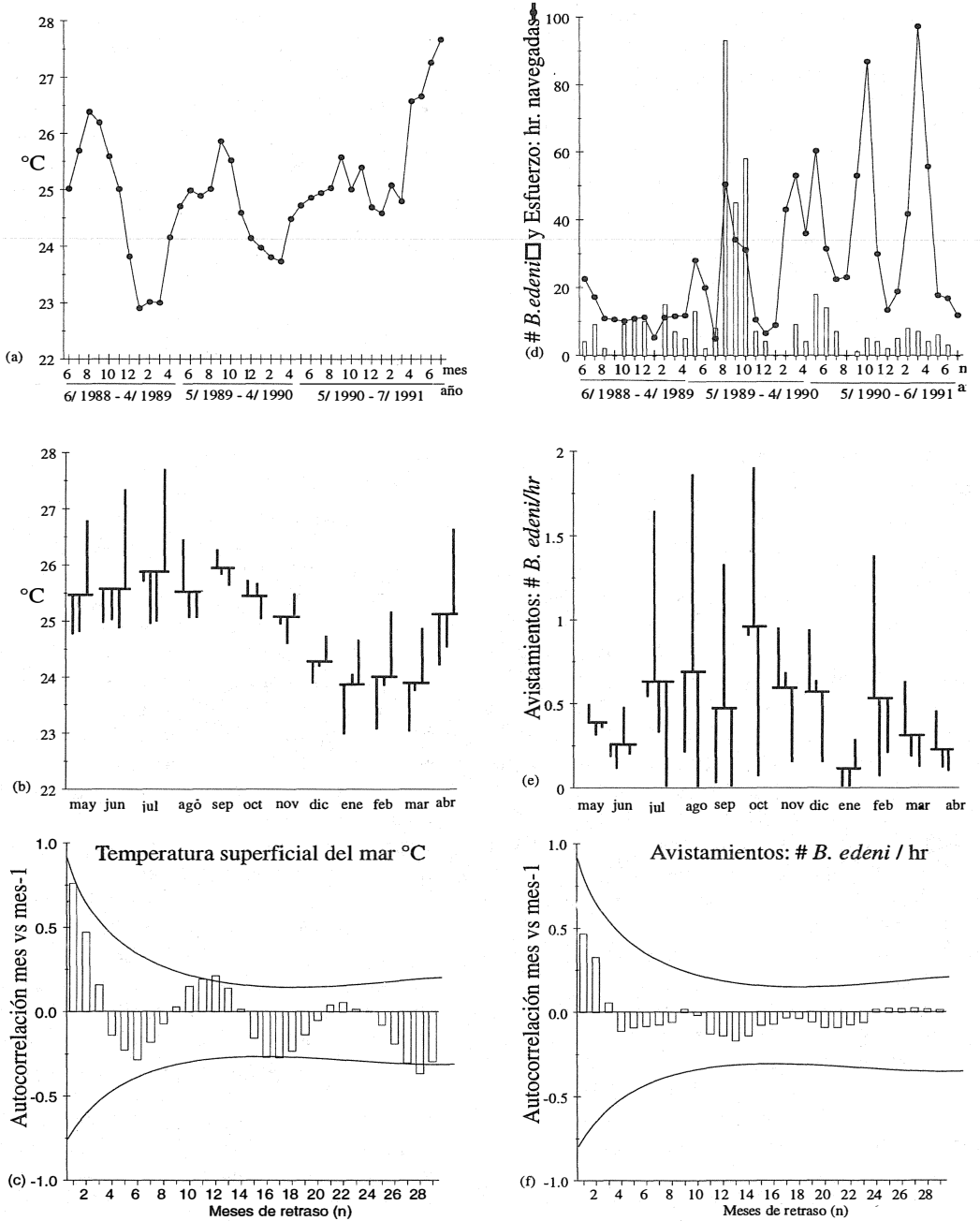


Fig. 2. Cambio de la temperatura superficial del mar: mensual (a), estacional (b) y periodicidad (c), y cambio de la frecuencia de avistamientos de *B. edeni* : mensual (d), estacional (e) y periodicidad (f). Bahía de La Paz, B.C.S. 1988 - 1991.

(1990). Se navegó en botes con motor fuera de borda a una velocidad de 10 nudos/h, y en condiciones de Beaufort < 3. Los recorridos no fueron sistemáticos pero siempre se procuró cubrir el área de estudio, estableciendo estaciones de avistamiento sucesivas donde se apuntó la hora, posición geográfica y número de *B. edeni* avistado. En 14 estaciones fijas (Fig. 1) se registró la TSM ($^{\circ}\text{C}$ a 5 m de profundidad), turbiedad del agua (m) y número de aves zooplanktivoras (*Oceanodroma* sp.) y piscívoras (*Pelecanus occidentalis* y *Sula* sp.), para inferir la disponibilidad de alimento para *B. edeni*. (Cairns 1987, Flores *et al.* en prensa). El cambio de la TMS se complementó con boletines editados por la NOAA (Anónimo 1987-1991). Además del cambio mensual de cada variable, su periodicidad y estacionalidad se reconocieron con un análisis de series de tiempo (Otnes y Enochson 1978). La periodicidad se reconoció graficando subseries estacionales (Fig. 2b e), ordenando la serie en períodos de un mes. Las líneas horizontales representan el promedio de un mes dado calculado con los promedios registrados para ese mes en cada ciclo anual (líneas perpendiculares). La periodicidad estacional de cada variable se reconoció con una autocorrelación, estimando correlaciones entre la serie temporal de la variable y la misma serie temporal pero con retrasos mensuales sucesivos (Fig. 2c y f). Las barras indican la correlación y las líneas punteadas los errores estándar para cada coeficiente. Las variables no mostraron paramétrica. Así, para evaluar las diferencias entre sus medianas se realizaron ANDEVAS multifactoriales de Kruskal-Wallis (KWMF) y pruebas *a posteriori* de rangos (Dunn 1964, Zar 1984). La significancia de las pruebas fue del 5% ($\alpha = 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la bahía, la mediana de TSM registrada de junio 1988 a abril 1989 descendió para el período mayo 1989 a abril 1990 por el efecto de la Niña (Philander 1990, González 1993) y repuntó de mayo 1990 a julio de 1991 (Anónimo NOAA 1987-1991, Fig. 2a, KWMF: $p < 0.05$). La serie anual de TSM que presenta los promedios mensuales para un ciclo

anual como líneas horizontales intersectadas por líneas perpendiculares que representan el promedio para un mes dado en un año determinado, indica que la variable cambia en períodos de 6 meses constituyendo un ciclo anual que comprende una estación cálida de mayo a octubre y una templada de noviembre a abril (Fig. 2b y c, Spearman: $p < 0.05$). Tal estacionalidad refleja el ingreso y salida de aguas tropicales que afecta al Golfo de California (Avarez-Borrego y Schwartzlose 1979), y que en la Bahía de La Paz, determina cambios en la turbiedad del agua (Flores *et al.* en prensa), concentración de nutrientes (Nieto y García 1991), fitoplancton (Castro Aguirre *et al.* 1984), zooplancton y disponibilidad de clupeidos (Gendron 1992, Hinojosa *et al.* 1993, Flores *et al.* en prensa). Es común que estas variables presenten valores más altos en la estación templada, pero el patrón cambia al incidir en el área fenómenos oceanográficos de gran escala (como ENSO o La Niña) que determinan el descenso o aumento de la productividad en la Provincia Inferior del Golfo de California donde se localiza la Bahía de La Paz (Tershy *et al.* 1991, Hinojosa *et al.* 1993).

En relación a los cambios anuales y estacionales descritos, este trabajo provee un panorama distinto al de trabajos previos. Así Urbán *et al.* (1991) informan que la FA disminuyó entre los veranos de 1989 y 1990. Extrapolando el resultado a escala anual indican que la abundancia de *B. edeni* cambia entre años. Además, con un muestreo invernal muy limitado concluyeron que la abundancia de la especie es mayor en el estío. En este estudio, a lo largo de 38 meses se avistaron 398 individuos de la especie (media = 10.47 *B. edeni* / mes). Dada la independencia entre el esfuerzo de observación y el número de *B. edeni* avistado por mes (Fig. 2d, Spearman: $p < 0.05$), es notable que la mediana de FA no cambiara demasiado entre años (KWMF: $p > 0.05$). Así mismo la serie anual de la FA integrada de la misma forma que la de la TSM (Fig. 2e), indica que la FA no presentó cambios estacionales análogos a los de la TSM (Fig. 2f $p > 0.05$). El pico que la FA presentó de agosto a octubre de 1989 es anómalo en la tendencia de la variable para el estío (Fig. 2d y e), pero resalta que este se presentara durante el ciclo anual más templado (mayo 1989-abril 1990, Fig. 2a),

cuando la disponibilidad de clupeidos en el área fue mayor (Hinojosa *et al.* 1993).

En conclusión la ausencia de cambios significativos estacionales y anuales de la FA, cuestiona la afinidad de *B. edeni* por aguas cálidas y su éxodo invernal en la Bahía de La Paz. Evidencias adicionales que apoyan este argumento son, el número reducido de fotoidentificaciones sucesivas de *B. edeni* obtenido en el período anual más cálido (mayo 1990-julio 1991), indicando que los individuos ocuparon el área por poco tiempo (Chávez y Gómez 1993). Esto coincidió con la disminución significativa de la FA en la estación cálida del mismo ciclo anual (Fig. 2d KWMF: $p < 0.05$). Por otro lado debe considerarse que en el Golfo de California durante invierno se ha avistado a *B. edeni* en la región de las Grandes Islas, Canal de Ballenas B.C. y Loreto B.C.S. (Proyecto de Investigación de mamíferos Marinos UABCS). Acorde a lo expuesto es arriesgado afirmar que gran parte de esta población sale del golfo de California durante el invierno. Así, se propone que durante los períodos muy cálidos, el censo de la FA en la Bahía de La Paz y su aumento correspondiente en zonas más norteñas del Golfo de California como Loreto B.C.S. y Canal de Ballenas B.C. (Flores 1989, Tershy *et al.* 1991), indican que *B. edeni* migra hacia el norte evitando los frentes tropicales oligotróficos que abarcan paulatinamente el sur del golfo. Así los animales se agrupan en áreas con mayor disponibilidad de alimento, como las provincias de las Grandes Islas y Canal de Ballenas B.C. (Tershy *et al.* 1990). En conclusión la afinidad de *B. edeni* por aguas cálidas y su mayor fidelidad al área en la Bahía de La Paz durante el estío no pudo demostrarse, cuestionándose el que esta población emigre del Golfo de California en el invierno. Por lo anterior, se propone una explicación alternativa para los movimientos de *B. edeni* en el Golfo de California.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a: Secretaría de Educación Pública, Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, School for Field Studies, Oscar Arizpe, Gabriela Anaya, Edna Sanchez,

Armando Jaramillo, Antonio Trujillo, Guillermo Villarreal, estudiantes del Programa de Investigación de Mamíferos Marinos - UABCS y a tres revisores anónimos.

RESUMEN

De junio de 1988 a julio de 1991 se desarrollaron 143 censos de cetáceos en la Bahía de La Paz, B.C.S. para reconocer la relación entre la frecuencia de avistamiento de *B. edeni* y los cambios estacionales y anuales de la temperatura superficial del mar (TSM). La TSM mostró cambios estacionales y anuales significativos debidos respectivamente al influjo periódico de masas de agua tropicales y de fenómenos oceanográficos como El Niño y La Niña. Estos eventos traen consigo cambios en la productividad y disponibilidad de alimento a las escalas de tiempo correspondientes. En contraste, la frecuencia de avistamiento de *B. edeni* no mostró cambios correspondientes a los cambios estacionales y anuales de la TSM. Fue evidente que la abundancia relativa de *B. edeni* cambió de manera notable durante condiciones oceanográficas específicas, resultantes de la interacción de eventos oceanográficos de escala anual y estacional. Estos resultados no reflejan la afinidad de *B. edeni* por las aguas cálidas, ni el éxodo de la especie de la Bahía de La Paz durante el invierno. De acuerdo a esto y otras evidencias, la emigración invernal de esta población de la especie hacia afuera del Golfo de California se percibe como poco probable.

REFERENCIAS

- Alvarez-Borrego S. & R.A. Schwartzlose 1979. Water masses of the Gulf of California. *Ciencias Marinas* 6: 43 - 63.
- Anónimo. NOAA 1987 - 1991. Sea surface Temperature, oceanographic analysis CD Rom COAB 5 - 05. NOAA, La Jolla Ca.
- Cairns D.K. 1987. Seabirds as indicators of food supplies. *Biol. Oceanogr.* 5: 261 - 271.
- Castro Aguirre J.L., M. Signoret & H. Santoyo 1984. Aspectos ecológicos del plancton de la Bahía de La Paz, B.C.S. II: Análisis de variables múltiples. *Mem. III Simposium de Biología Marina. Univ. Autón. Baja California Sur. La Paz, B.C.S.* 164 - 184.
- Chávez S. y V.M. Gómez 1993. Método alternativo para la estimación de poblaciones. Resúmenes: XVIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos en México. Univ. Autón. Baja California Sur. La Paz, B.C.S.
- Dunn O.J. 1964. Multiple contrast using rank sums. *Technometrics* (6): 241 - 252.
- Flores S. 1989. La presencia del rorqual de Bryde (*B. edeni*, Anderson 1878) en el Golfo de California, México. Tesis de Licenciatura. Univ. Autón. Baja California Sur. La Paz, B.C.S.
- Flores S., J. Urbán-Ramírez, G. Villarreal-Chávez & R. Valles 1996. Cambios espaciales y temporales en la

- estructura comunitaria de los cetáceos en la Bahía de La Paz, B.C.S., México (1988-1991). Ciencias Marinas (en prensa).
- Gendron D. 1993. Índice de avistamientos y distribución del género *Balaenoptera* en el Golfo de California, durante febrero, marzo y abril 1988. Rev. Inv. Cient. Vol. 1 (No. esp. SOMEMMA 1) Univ. Autón. Baja California Sur : 21 - 30.
- Gendron D. 1992. Population structure and surface swarms of *Nyctiphanes simplex* (Crustacea: Euphausiacea) in the Gulf of California Mexico. Mar. Ecol Progr. Ser. 87: 1 - 6.
- González L.I. 1993. Patrones de temperatura de un año normal, año Niño y año no Niño del Océano Pacífico Templado Tropical de 1950 a 1988. Resúmenes: V Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Univ. Autón Baja California Sur, La Paz, B.C.S.
- Hinojosa M.A. E. González-Navarro & R.M. Saldierna 1993. Variación en la abundancia de huevos y larvas de la familia clupeide en la Bahía de La Paz, B.C.S. México. RESUMENES: V Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Univ. Autón Baja California Sur, La Paz, B.C.S.
- Nieto G.E. Y J. García 1991. Nutrientes en la Bahía de La Paz, B.C.S. México. Ia. Jornada Académica de Biología Marina. Univ. Autón Baja California Sur. La Paz, B.C.S.
- Otnes K.R. y Enochson 1978. Applied Time Series Analysis. Wiley, Nueva York. 450 p.
- Philander S.G. 1990. El Niño, La Niña and The Southern Oscillation. Academic, Nueva York. 293 p.
- Tershy B., D. Breese & C. Strong 1990. Abundance, seasonal distribution and population composition of balaenopterid whales in the Canal de Ballenas, Gulf of California México. Int. Whal. Commn. (special issue 12): 369 - 375.
- Tershy B., D. Breese & S. Alvarez-Borrego 1991. Increase in cetacean and seabird numbers in the Canal de Ballenas during an el Niño Southern Oscillation event. Mar. Ecol. Progr. Ser. 9 (3): 299 - 302.
- Urbán R.J., R. Valles & A. Gomez-Gallardo 1991. Relative abundance, time-space distribution and some aspects of the biology of the tropical rorqual (*B. edeni*), in La Paz Bay B.C.S. Mexico. Abstracts. IX Bienn. Conf. Biol. Mar. Mamm. Chicago.
- Vidal O., L.T. Findley & S. Leatherwood 1994. Annotated checklist of Marine Mammals of the Gulf of California. Proceedings of the San Diego Society of Natural History. 28: 1 - 16.
- Zar J.H. 1984. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, Englewood Hills, Nueva Jersey. 672 p.