COMPARACION PRELIMINAR DE CONTEOS DE BALLENA GRIS EN LAGUNA SAN IGNACIO, B.C.S., MEXICO DESDE 1978 HASTA 2008

Steven L. Swartz[1], Jorge Urbán R[2]., Alejandro Gómez-Gallardo U. [2],
Sergio González C. [2,] Benjamín Troyo V.[2], y Mauricio Nájera C.[2]

[1]*Cetacean Research Associates*
14700 Springfield Road, Darnestown, Maryland 20874 USA

[2]*Departamento de Biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur*
Ap. Post 19-B. La Paz, B.C.S. 23081 MEXICO

RESUMEN

Laguna San Ignacio (LSI) se encuentra ubicada sobre la costa oeste de la península mexicana de Baja California y es una de las cuatro areas principales de apareamiento, reproducción y nacimiento de la ballena gris del Pacífico Noreste (*Eschrichtius robustus*). Utilizando metodologías estandarizadas desde un bote, se han realizado conteos de la ballena gris que visita LSI en las temporadas de invierno de los años 1978-1982 (Jones y Swartz 1984), 1996-2000 (Urbán et al. 2000), 2003 y 2005 (Urbán, no publicado), 2006-2007 (Swartz et al. 2007) y 2008 (artículo presente). Los conteos de todos estos censos fueron comparados como cuatro distintas series de tiempo, las cuales corresponden a períodos y eventos específicos en la historia reciente de dicha población: 1978-1982 el período base; 1995-1997 el período pre-mortalidad; 1998-2000 el período de amplia mortalidad; y 2003 a 2008 el período post-mortalidad. Los conteos del número total de ballenas adultas, pares de hembra con cría y ballenas solitarias sin cría fueron mayores durante el período base de 1978-1982. Los conteos de ballenas adultas decrecieron durante los períodos de amplia mortalidad y pre-mortalidad hasta alcanzar niveles de dos tercios del máximo observado en el período base y continuaron decayendo durante el período post-mortalidad. Este declive incluyó tanto conteos de ballenas solitarias como de madres con cría. Los números de pares hembra/cría continuaron decayendo en todos los períodos y fueron los más bajos entre los grupos demográficos medidos durante la post-mortalidad. En total, los números registrados en la temporada de invierno 2008 fueron los más bajos que se han observado en LSI. La duración de la ocupación lagunar en la temporada de invierno también se redujo aproximadamente por dos semanas, después del período base (1995-2008), con registros de ballenas arribando más tarde y dejando la laguna más temprano. Hubo una transcición general en el momento de la ocurrencia de conteos máximos de ballenas, aproximadamente 7-12 días más tarde que cuando ocurrían en el período base. En el 2008, el arribo y la ocupación fueron el más tardío y la más corta registrados para ballena gris en esta laguna. Es necesario comparar estos patrones con los que ocurren en otras lagunas, para determinar si dichos conteos decrecientes, el acortamiento de la temporada y el retraso del conteo máximo de ocupación, son variables que reflejan declives reales en la población o si son producto de cambios en la distribución de ballenas dentro de su rango espacial normal de migración invernal.

PALABRAS CLAVE: BALLENA GRIS, LAGUNAS DE REPRODUCCION, CENSOS DE ABUNDACIA, PARES DE MADRE-CRIA, CAPACIDAD PORTADORA, MORTALIDAD, DECLIVE DE ABUNDACIA

INTRODUCCION

La población de ballena gris del Noreste del Pacífico (NPE) alcanzó su máximo histórico en 1998, con aproximadamente 29,758 (95% LN CI 24,241-36,531) individuos, seguido de un inusual evento de alta mortalidad entre 1999-2000 que llevó a la población a un número estimado de 18,178 (95% LN CI 15,010-22,015) ballenas en 2002 (Rugh et al. 2005).

Laguna San Ignacio se encuentra ubicada en la costa oeste de la península de Baja California en México y es actualmente la única de las cuatro lagunas de apareamiento y reproducción de la ballena gris del Pacífico Noreste (*Eschrichtius robustus*) que permanece en su mayor parte no desarrollada (Urbán, et al. 2002). LSI posee una larga historia de pesca comercial llevada a cabo por varias cooperativas locales y desde mediados de la década de 1990, también hay una significativa presencia de industrias de eco-turismo, que enfocan sus negocios a desarrollar la observación de ballenas en la temporada de invierno (Dedina y Young, 1995). La laguna yace dentro de la Reserva de la Biosfera y el Desierto El Vizcaíno, el refugio natural más extenso en México, el cual es administrado por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT) (Fig. 1). Dicha reserva es un destino popular de recreación, sobretodo para realizar el turismo de observación de ballenas, actividad que inició a mediados de 1970. A partir de mediados de 1990 y hasta el presente, siete campos costeros operan actividades de eco-turismo durante los meses de invierno (enero-abril), en los cuales la ballena gris ocupa las aguas de la laguna. Asimismo, algunas expediciones en barco arriban desde Estados Unidos, para llevar a cabo turismo en Laguna San Ignacio (Dedina y Young, 1995). Censos visuales desde botes utilizan metodologías estandarizadas para contar los números de ballenas grises residiendo en LSI durante el invierno. Estos se han llevado a cabo en los siguientes períodos: 1978-1982 (Jones y Swartz 1984), 1996-2000 (Urbán et al. 2000), 2003 y 2005 (Urbán sin publicar), 2006-2007 (Swartz et al. 2007) y 2008 (este artículo). Estos conteos son comparados a continuación como cuatro distintas series de tiempo, correspondientes a períodos y eventos específicos en la historia reciente de esta población: 1978-1982 el período base; 1995-1997 el período pre-mortalidad; 1998-2000 el período de alta mortalidad; y 2003 a 2008 el período post-mortalidad.

METODOLOGIA

Conteos/Censos desde botes

Ciento-setenta y tres (173) censos completos, realizados entre el 4 de Enero y el 15 de Abril de cada año, se utilizaron para determinar la abundancia y distribución de ballenas dentro de la laguna (Tablas I-III). Estos conteos fueron realizados siguiendo técnicas estandarizadas de transectos de abundancia (Fig. 2) y observando metodologías que permiten la comparación normalizada con censos previos de 1978-1982 (Jones y Swartz, 1984) y 1995-2006 (Urbán *et al*. 2002, y sin publicar), 2007 (Swartz et al. 2007) y en el 2008. En los años 1983-1995, 2001-2002, o 2004 no se llevaron a cabo censos completos de ballena gris.

Para cada censo, se siguió una ruta de transecto estandarizado, navegando en un bote de 7m de longitud, con motor fuera de borda, a una velocidad constante de 11km/hr. La velocidad y el curso del transecto se verificaron mediante puntos de referencia visuales (censos 1978-1982) y con un dispositivo de GPS (Sistema de Posicionamiento Global) de mano (censos 1996-2008). Viajando a esta velocidad, se minimiza la probabilidad de que las ballenas (quienes típicamente viajan a 7-9 km/hr) se adelantasen a la panga del censo y por ello, fuesen contadas más de una vez. La ruta del transecto corre por una línea imaginaria a través de las aguas mas profundas de la laguna (profundidad > 2.0 m) desde las olas en la entrada de la laguna hasta Isla Garzas en el extremo norte. Completar cada censo dura entre 2.5 a 3.0 hr. La distancia máxima desde la línea del transecto hasta el contorno de 2 m de profundidad a lo largo de la costa, fue de 2.5 km y la mínima fue 0.8 km. Por lo tanto, las aguas habitadas por las ballenas en ambas costas a lo largo del transecto son claramente visibles en todo momento del censo. Las ballenas en el "extremo norte" de la laguna (más alla del punto final del transecto) son contadas desde una ubicación estacionaria al centro de la zona, por observadores inspeccionando en 360-grados alrededor del bote fijo (Fig. 2). Los censos fueron abortados cuando las condiciones marítimas excedieron el nivel Beaufort 3 de estado del mar (vientos mayores a 18 km/hr y borreguillos numerosos).

Por convención, se consideró que los “pares madre/cría” (ballenas hembra con crías del año) son una sola unidad y por ende, los conteos de estos pares, son equivalentes al número total de crías. “Ballenas solas” o “solitarios” se refiere a hembras no parturientas, machos adultos y juveniles.

Métodos de Análisis

En el presente, se analizan todos los conteos de ballena gris realizados en cada invierno, en las categrorías de "total de ballena adulta (no cría)", "ballenas solitarias" y "pares de madre con cría" censadas dentro de las tres zonas principales de la laguna (zonas inferior, media y superior, incluyendo el extremo norte) (Fig. 2). Se compararon los conteos como cuatro distintas series de tiempo, correspondientes a períodos y eventos en la historia reciente de la población: 1978-1982 el período base; 1995-1997 el período pre-mortalidad; 1998-2000 el período de alta mortalidad; y 2003 a 2008 el período post-mortalidad.

RESULTADOS

Los conteos de ballena gris realizados mediante censos en bote representan un índice de abundancia mínima dentro de la laguna, para cada uno de los días en que tomaron datos en la temporada de reproducción en invierno. Sin embargo no representan un estimado total de abundancia o un número final de ballenas que visitan la laguna durante la estación.

Conteos 2008:

Catorce (14) censos de ballena gris se realizaron entre el 15 de enero y el 21 de marzo, 2008. El conteo máximo de ballenas adultas fue de 139 individuos el 28 de Febrero (103 ballenas "solitarias" y 36 pares de madre con cría). El mayor número de ballenas solitarias fue 110 ocurrido el 9 de marzo y el pico de madre/cría fue 39 pares, ocurrido el 4 y otra vez, el 21 de Marzo (Tablas I-III). El máximo de 139 ballenas adultas refleja un declive de 66% respecto al máximo histórico de 407 ballenas, documentado el 14 de Febrero, 1982 y ocurrió de dos a 31 días más tardío en esta temporada que en 12 de los 15 censos anteriores, sugiriendo un contínuo declive en el número de ballenas grises que utilizan esta laguna, así como un retraso y un acortamiento de la ocupación invernal.

Comparación contra Años Previos:

Conteos de Ballenas Adultas: Los censos de ballena adulta en Laguna San Ignacio fueron mayores durante el período base de 1978 a 1982 y alcanzó los promedios máximos anuales de entre 400 a 300 ballenas a mediados de Febrero (Fig. 3) (Jones y Swartz 1984). Los números máximos de adultos durante los años 1995 a 1997 variaron entre 200 y 250 ballenas y ocurrió entre 7 a 10 días más tarde en la temporada, comparado con cuando ocurrían en el período base (Urbán et al. 1996 y 1999). Durante el período de alta mortalidad de los años 1998 a 2000, los conteos máximos fueron similares en magnitud y sincronización al período anterior, pero al llegar a los conteos máximos correspondientes al período entre 2003 y 2008, los resultados fueron en general más bajos y ocurrieron entre 5-7 días más tarde (Swartz et al 2007 y este artículo).

Hacia el principio de la temporada, los primeros conteos de más de 50 ballenas, ocurrieron en la primera semana de enero (4 de enero) para el período base de 1978-1979, y hacia el final de la temporada, en la semana #15 (12 de abril) no era inusual que más de 100 ballenas (en su mayoría hembras con cría) todavía se encontraran en la laguna (Fig. 6) Para la década de 1990's, los conteos de más de 50 ballenas no se alcanzaban sino hasta la tercera o quinta semana de la temporada (18 de enero a 8 de febrero), y al final de la temporada, se tenían menos de 50 ballenas tan temprano como la semana #11 (15 de marzo). En el 2008, los primeros conteos de más de 50 ballenas se lograron en la quinta semana (8 de febrero) y el último conteo de 50 ballenas se registró en la semana #12 (29 de marzo). En general, estos conteos de ballenas adultas sugieren un contínuo declive en el número de animales que han visitado Laguna San Ignacio durante las últimas tres décadas, una ocupación más corta de la laguna en la temporada de invierno (de más de 15 semanas en el pasado a 9-10 semanas en la actualidad) y un retraso en el momento de arribo máximo a la laguna de más de dos semanas: de mediados de febrero en el período base hacia finales de febrero y principios de marzo en los años más recientes.

Conteos de ballenas "solitarias": Conteos de ballenas solitarias en Laguna San Ignacio fueron también máximos durante el período base de 1978 a 1982 y alcanzaron números promedio máximos de entre 200 y 250 solitarios a mediados de febrero de cada año (Fig. 4) (Jones y Swartz 1984). Durante los años 1995-2008, los conteos promedio máximos oscilaron entre 140 y 175 ballenas y ocurrieron aproximadamente dos semanas más tarde en la temporada que durante el período base (Fig.7). Los conteos máximos durante el período de la alta mortalidad (1998-200) fueron similares en magnitud y sincronización, pero después, en la post-mortalidad (2003-2008), los conteos máximos ocurrieron más tarde en la temporada que en años

anteriores (Swartz et al 2007, y este artículo). Los conteos más bajos de ballenas solitarias, asociados con su partida de la laguna hacia el norte, fueron parecidos en todos los años y ocurrieron entre mediados de marzo y principios de abril. Se observó que el arribo de los solitarios en el 2008 fue entre 7-10 días más tarde que en años previos, aunque su fecha de partida se mantuvo constante.

Conteos de madre/cría: Los conteos de madre con cría en Laguna San Ignacio fueron máximos durante las últimas semanas de cada temporada en el período base de 1978 a 1982. Como fue observado por Jones y Swartz (1984), los pares de madre y cría alcanzaron números pico en marzo de cada año censado y estos números oscilaron entre 175 y más de 250 (Fig. 5). Ellos atribuyeron el pico tardío en la temporada, a que pares que habían viajado hasta areas más sureñas de Laguna San Ignacio, empezaban ya a migrar hacia el norte y entraban a la laguna en las últimas semanas de la temporada. Este patrón temporal en conteos de madre con cría cambió drásticamente durante los años de 1995-2008: menos pares de madre con cría fueron vistos dentro de la laguna (menos de 100 pares, comparados con más de 200 anteriormente) y una reducción a menos de 20 pares (en lugar de un incremento) para las semanas de principios de abril (Fig. 8). Conteos máximos de aproximadamente 100 pares ocurrieron a finales de febrero o principios de marzo durante los censos de 1995 a 1997. Luego, durante el período post-mortalidad (1998-2008), estos decayeron a menos de 60 pares. Estos números sugieren que: menos crías nacieron durante y después de los períodos de la amplia mortalidad, menos pares de madre y cría utilizan Laguna San Ignacio como area de "guardería infantil", o una combinación de ambos escenarios. Los conteos de madre con cría del año 2008 en la laguna fueron los más bajos en la historia de estos censos, desde 1978.

DISCUSION

Se encuentra bien documentado por medio del censo NEP, realizado en la costa central de California, que la población de ballena gris decreció por casi un tercio de su tamaño (de 30,000 individuos a 18,000), luego de un inusual evento de alta mortalidad en 1999-2000 (LeBoeuf et al., 1999). Es posible que este declive haya sido parcialmente consecuencia de que la población podría haber alcanzado niveles más alla de la capacidad portadora (K) del ambiente (Moore et al. 2001)

Los conteos de ballena gris residiendo dentro de Laguna San Ignacio durante la temporada de invierno 2008 fueron notablemente más bajos que en cualquiera de los años previos, los cuales datan hasta 1978, y esto fue especialmente dramático en el caso de pares de madre con cría (lo cual es equivalente a conteos de crías) (Tabla III, Fig 8). Este patrón decreciente en los números de ballenas observadas en la laguna podría reflejar una tendencia general de la población de ballena gris del Noreste del Pacífico desde su abundancia pico, alcanzada en 1997-1998 (Fig. 9), y/o un cambio en la distribución espacial de la temporada de invierno, hacia otras regiones diferentes que Laguna San Ignacio.

Desafortunadamente, desde la temporada de 1979-1980 (Jones y Swartz 1984), no se han realizado censos sistemáticos para contar números de ballena gris en el rango espacial completo de su migración de invierno y específicamente en las otras lagunas de reproducción de Baja California, y por ello, no es posible determinar si la ballena gris ha cambiado su distribución en Laguna San Ignacio por otra laguna o area sobre la costa pacífica de Baja California, Mexico. Estudios de identificación fotográfica sugieren que, históricamente, ambos grupos, solitarios adultos y hembras con cría, han circulado entre lagunas y areas costeras de Baja California en un mismo invierno, y que pueden alternar las regiones que visitan en diferentes años (Jones 1990; Jones y Swartz 1984).

La ballena gris es sensible al ruido submarino creado por las actividades humanas, por ejemplo las generadas por la industria de petróleo y gas (Malme et al. 1984) o actividades de turismo en una zona de reproducción (Jones et al 1985). Sería posible que el desarrollo de la observación de ballenas dentro de Laguna San Ignacio durante los 1990's y principios de los 2000's haya contribuido a que la ballena gris cambiara las areas donde realiza su reproducción y lleva a cabo sus nacimientos (Swartz et al. 2007). Desafortunadamente, no se cuenta con otras series de tiempo similares de conteos en otras lagunas y areas costeras de Baja California, para probar esta hipótesis. En general, los patrones de números estimados de ballena gris en Laguna San Ignacio coinciden con los modelos de un declive de un tercio en la población del Noreste del Pacifico, siguiendo el período 1998-2000 de alta mortalidad (Le Boeuf et al. 2000, Rugh et al. 2005), y esto sugiere que los censos locales de ballena gris en Laguna San Ignacio podrían servir como un índice confiable del estado general de la población completa.

Los conteos de ballena gris durante un mismo año, pueden verse afectados por una variedad de factores físicos, como por ejemplo, la temperatura. Durante los años 1999 y 2008, la temperatura del agua fue inusualmente más fría de lo normal, un

evento conocido como “La Niña” (Urbán et al. 1999 y este artículo). Urbán et al. (1999) documentaron los decrecientes números de ballenas grises hembras con cría visitando Laguna San Ignacio durante los eventos de El Niño 1997-1998 y La Niña 1998-1999, así como una creciente tasa de mortalidad y un cambio general en el patrón especial de distribución de ballena gris hacia areas más norteñas en años de fenómeno El Niño y, en el caso opuesto, en años de aguas más frías por La Niña, hacia areas más sureñas. Durante la primera mitad de la temporada de invierno 2008, las aguas de Laguna San Ignacio estaban a 15º C y los conteos de ballena gris eran más bajos que en años anteriores. Varias embarcaciones reportaron avistamientos de grupos de ballena gris en bahías y puntas de la costa pacífica sur de Baja California y fueron vistas también, migrando alrededor de la punta de Baja California, entrando hacia el Golfo de California y tan adentro como Loreto (J. Urban comunicación personal). Presuntamente, las ballenas estarían buscando las aguas de temperatura templada, generalmente halladas en las bajas latitudes. Hacia mediados de febrero, la temperatura del agua dentro de Laguna San Ignacio se había elevado hasta 19º C y los números de ballenas en la laguna también habían incrementado hasta conteos comparables con años pasados (S. Swartz, comunicación personal y este artículo). Los conteos de hembras con cría también incrementaron tarde en la temporada, hasta en marzo, posiblemente porque las ballenas que había migrado más al sur de la laguna, se encontraban en su ruta de retorno hacia el norte, iniciando la migración de primavera hacia sus territorios de alimentación.

Los cambios en la fenología de la migración de ballena gris del Noreste del Pacífico podrían resultar también a partir de cambios en la distribución y disponibilidad de su presa en el Artico y otras areas (Highsmith et al. 2006; Grebmeier et al. 2006; Moore et al. 2003). Bajos conteos de cría de ballena gris dentro de Laguna San Ignacio y durante la migración hacia el norte en la primavera, son especialmente preocupantes, pues indican una reducción en el potencial reproductivo de la población. Perryman et al. (2002) observaron que la producción de crías parece estar ligada a las condiciones del hielo ártico del verano, pues esta variable limitaría el acceso de las hembras preñadas hasta donde se encuentra su presa, y subsecuentemente, su habilidad de llevar a término la gestación. Esta observación sugiere que cambios intra-anuales de corto plazo en las condiciones de hielo ártico, junto con cambios oceanográficos a nivel de larga duración, pueden afectar la productividad reproductiva de la ballena gris. Bajos conteos de crías podrían ser un indicador de que las hembras están teniendo que visitar territorios más remotos para obtener suficientes recursos energéticos para concebir, o si ya preñadas, para cargar la gestación exitosamente hasta el término.

Concluimos que la población de ballena gris del PNE está respondiendo de maneras varias a los cambios ambientales y a la posible escasez de sus recursos alimenticios primarios y no podemos descartar la influencia potencial que las actividades humanas tendrían o cómo contribuirían a estas respuestas. Algunas de las respuestas observadas en los territorios de reproducción de invierno de la ballena gris del PNE incluirían declives en abundancia desde mediados de 1990, reducción en la producción de crías y cambios en el ritmo de migración y distribución.

RECONOCIMIENTOS

Agradecidamente reconocemos a nuestros voluntarios Anaid López Urbán y Angie Sremba por asistir en el trabajo de campo de la temporada de invierno 2008. El fondo World Wildlife Fund – México, la fundación Pacific Life Foundation y un donador anónimo proveyeron apoyo financiero. Pro-Península actuó como agencia fiscal y coordinadora del programa en el año 2008. Agradecemos a Kuyimá Eco-Turismo, Baja Discovery Eco-Tours, y Searcher Natural History Tours por proveer apoyo logístico y facilidades de laboratorio en el campo. Este proyecto fue llevado a cabo bajo la autorización del Gobierno Mexicano mediante el permiso No.008160 de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Vida Silvestre.

BIBLIOGRAFIA

Dedina, Serge. 2000. Saving the Gray whale: People, Politics, and Conservation in Baja California. University of Arizona Press, Tucson, Airzona. 186 pp.

Grebmeier, J.M., J.E. Overland, S.E. Moore, E.V. Farley, E.C. Carmack, L.W. Cooper, K.E. Frey, J.H. Helle, F.A.McLaughlin, and S.L. McNutt. 2006. A major ecosystem shift in the Northern Bering Sea. Science. 311:1461-1464.

Highsmith, R.C., K.O. Coyle, B.A. Bluhm, and B.Konar. 2006. Gray whales in the Bering and Chukchi Seas. Pp. 303-313. In J.A. Estes, D.P. DeMaster, D.F. Doak, T.M. Williams, and R.L. Brownell, Jr., eds. *Whales, Whaling, and Ocean Ecosystems.* University of California Press, Santa Cruz. 402 pp.

Jones, M.L., Swartz, S.L., and Dahlheim, M.E. 1994. Census of gray whale abundance in San Ignacio lagoon: A follow-up study in response to low whale counts recorded during an acoustic playback study of noise-effects on gray whales. Rep. For U.S. Marine Mammal Commission, Washington D.C. NTIS PB94-195062, 32 pp.

Jones, M.L. and Swartz, S.L. 1984. Demography and phenology of gray whales and evaluation of whale-watching activities in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, Mexico. In: Jones, M.L., Swartz, S.L. and Leatherwood, S. (eds.) The gray whale, *Eschrichtius robustus*. Academic Press, Inc., Orlando, Florida, pp. 309-374.

LeBoeuf, B.J., H. Perez-Cortez M., J. Urban R., B.R. Mate, and F. Ollervides U. 2000. High gray whale mortality and low recruitment in 1999: potential causes and implications. J. Cetacean research and Management 2(2):85-99.

Malme, C.I., Miles, P.R., Clark, C.W., Tyack, P., and Bird, J.E. 1984. Investigations of the potential effects of underwater noise from petroleum industry activities on migrating gray whale behaviour/Phase II: January 1984 migration. BBN Rep. 5586. Rep. From Bolt Berabek & Newman Inc., Cambridge, MA for U.S. Minerals Management Service, Anchorage, Alaska., NTIS PB86-218385.

Moore, S.E., R.J. Urban, W.L. Perryman, F. Gulland, M.H. Perez-Cortez, P.R. Wade, L. Rojas-Bracho, and T. Rowles. 2001. Are gray whales hitting “K” hard? Marine Mammal Science 17:954-958.

Moore, S.E., J.M. Grebmeier, and J.R. Davies. 2003. Gray whale distribution relative to forage habitat in the northern Bering Sea: Current conditions and retrospective summary. Canadian Journal of Zoology 81:734-742.

Perryman, W.L., M.A. Donahue, P.C. Perkins, and S.B. Reilly. 2002. Gray whale calf production 1994-2000: Are observed fluctuations related to changes in seasonal ice cover? Marine Mammal Science 18:121-144.

Rugh, D.J., R.C. Hobbs, J.A. Lerczak, and J.M. Breiwick. 2005. Estimates of abundance of the eastern North Pacific stock of gray whales (Eschrichtius robustus) 1997-2002. J. Cetacean Res. Manage. 7(1):1-12.

Swartz, S.L., Urbán J., González S., Gómez-Gallardo, A., Troyo, B., Nájera, M., and Rojas-Bracho, L. 2007. Preliminary Report of the 2007 gray whale studies at Laguna San Ignacio, B.C.S., Mexico. Rep. Intl. Whal. Commn. SC/59/BRG39, 15 pp.

Urbán, J.R., L. Rojas_Bracho, H. Pérez-Cortéz, A. Gómez Gallardo U., S. Swartz, S. Ludwig, and R.L. Brownell Jr. 2002. A review of gray whales on their winter grounds in Mexican waters. Rep. Intl. Whale Commission SC/54/BRG/16.

Urbán, J.R., A. Gómez Gallardo U., V. Flores S., M. Palmeros R., and S. Ludwig. 1999. Changes in the abundance and distribution of gray whales at Laguna San Ignacio, Mexico during the 1997-98 El Nino and the 1998-1999 La Nina. . Rep. Inter. Whale. Commission SC/51/AS22, 8 pp.

Urbán, J.R., A. Gómez Gallardo U., V. Flores S., J. Cifuentes L. 1996. Report of the 1996 gray whale studies at Laguna San Ignacio, B.C.S. Mexico. Rep. Inter. Whale. Commission SC/48/AS19, 15 pp.

Weller, D.W., B. Wursig, A.M. Burdin, S.H. Reeve and A.L. Bradford. 2000. Gray whales off Sakhalin Island, Russia: June-October 1999. A joint U.S. – Russian scientific investigation. Final contract report to Sakhalin Energy Investment Company, 69 pp. Available from Texas A&M University, Marine Mammal Research Program, Galveston TX 77551 U.S.A.

Tabla I. Censo de abundancia de ballena gris adulta (no cría) en Laguna San Ignacio, B.C.S. desde 1978 hasta 2008. Números en **negrita** representan conteos máximos de la temporada.

DIA	1978	1979	1980	1981	1982	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2003	2005	2006	2007	2008
4-Ene	34															
5-Ene																
6-Ene																
7-Ene																
8-Ene																
9-Ene			53													
10-Ene																
11-Ene	53															
12-Ene																
13-Ene				88												
14-Ene																
15-Ene		63														
16-Ene																
17-Ene		86			87		29									
18-Ene	98		129				27									
19-Ene							32									
20-Ene				210												
21-Ene						25										
22-Ene																
23-Ene		102														
24-Ene																
25-Ene					160				75	15						10
26-Ene			162													
27-Ene				247							78		**164**			
28-Ene	231															
29-Ene									116							
30-Ene										37						16
31-Ene							84									
1-Feb		159			179		100									
2-Feb	**302**						110									
3-Feb											95					
4-Feb				315			112		158	58						
5-Feb			246				113							54	54	20
6-Feb															76	
7-Feb							147									57
8-Feb					339				210		**227**					
9-Feb		245														
10-Feb							96							69	89	63
11-Feb								223								
12-Feb	242			**348**		**257**										
13-Feb							147		**230**		149					
14-Feb					**407**					98						
15-Feb								154			197		97	142		74
16-Feb			**332**					205							125	

17-Feb							116								170	
DIA	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2003**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
18-Feb				318								172	159			
19-Feb			305							145	200					
20-Feb		294							168							
21-Feb					367									**151**		
22-Feb								240							**217**	84
23-Feb				207								**196**				
24-Feb							172				194					
25-Feb																
26-Feb	147		284					**253**		**151**						
27-Feb					249				99			125				
28-Feb																**139**
1-Mar		**308**									181					
2-Mar							**207**								167	
3-Mar			221				206									
4-Mar				189					77			74				135
5-Mar						81										
6-Mar								208				105				
7-Mar	108									124	142					
8-Mar		256			294											
9-Mar							127		37							134
10-Mar							127	204							78	
11-Mar									65							
12-Mar				229		27					155					
13-Mar																
14-Mar			171							129						79
15-Mar								125	22							
16-Mar							53								19	
17-Mar	202	220														
18-Mar				234	237											
19-Mar								77		90	71					
20-Mar			187						38				27			87
21-Mar							53									
22-Mar															36	
23-Mar										58						
24-Mar		155							19		34					55
25-Mar								124								
26-Mar	119			178						47					28	
27-Mar							51									
28-Mar			180													
29-Mar								73	15							
30-Mar															3	
31-Mar																50
1-Abr				138	269											
2-Abr	92										28					
3-Abr		234	163													18
4-Abr																

5-Abr																
6-Abr																
DIA	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2003**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
7-Abr				155												
8-Abr																
9-Abr		156	178													
10-Abr																
11-Abr	108															
12-Abr																
13-Abr																
14-Abr																
15-Abr										34						

Tabla II. Censo de abundancia de ballena gris adulta solitaria (no madre, no cría) en Laguna San Ignacio, B.C.S. desde 1978 hasta 2008. Números en **negrita** representan conteos máximos de la temporada.

DIA	1978	1979	1980	1981	1982	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2003	2005	2006	2007	2008
4-Ene	32															
5-Ene																
6-Ene																
7-Ene																
8-Ene																
9-Ene			25													
10-Ene																
11-Ene	35															
12-Ene																
13-Ene				47												
14-Ene																
15-Ene		42														
16-Ene																
17-Ene		45			30		26									
18-Ene	76		36				15									
19-Ene							20									
20-Ene				149												
21-Ene						3										
22-Ene																
23-Ene		72														
24-Ene																
25-Ene					61				52	5						3
26-Ene			59													
27-Ene				168							63		44			
28-Ene	183															
29-Ene									94							
30-Ene										14						9
31-Ene							52									
1-Feb		95			104		64									
2-Feb	235						56									
3-Feb											70					
4-Feb				213			80		123	50						
5-Feb			149				76							29	42	7
6-Feb															59	
7-Feb							93									32
8-Feb					246				166		182					
9-Feb		168														
10-Feb							71							43	76	38
11-Feb								136								
12-Feb	168			207		217										
13-Feb							85		178		127					
14-Feb					270					85						
15-Feb								118			176		71	97		54

16-Feb			214					108							109	
17-Feb							74								133	
DAY	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2003**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
18-Feb				164								141	113			
19-Feb			118							129	170					
20-Feb		198							120							
21-Feb					205									108		
22-Feb								117							197	55
23-Feb				38								174				
24-Feb							104				132					
25-Feb										144						
26-Feb	58		132					127								
27-Feb					97				57			101				
28-Feb																103
1-Mar		208									146					
2-Mar							115								146	
3-Mar			57				112									
4-Mar				4					38			46				96
5-Mar						36										
6-Mar								65				78				
7-Mar	6									91	107					
8-Mar		122			13											
9-Mar							44		13							110
10-Mar							44	71							58	
11-Mar									2							
12-Mar				0		8					117					
13-Mar																
14-Mar			1							84						55
15-Mar								20	1							
16-Mar							1									
17-Mar	0	30													10	
18-Mar				0	0											
19-Mar								27		49	55					
20-Mar			1						0				9			49
21-Mar							3									
22-Mar															6	
23-Mar										19						
24-Mar		7							0		12					14
25-Mar								4								
26-Mar	0			0						19					10	
27-Mar							0									
28-Mar			0													
29-Mar								0	0							
30-Mar															0	
31-Mar																10
1-Abr				0	0											
2-Abr	0										3					
3-Abr		7	0													4

4-Abr																
5-Apr																
6-Abr																
DIA	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2003**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
7-Abr				0												
8-Abr																
9-Abr		1	0													
10-Abr																
11-Abr	0															
12-Abr																
13-Abr																
14-Abr																
15-Abr										0						

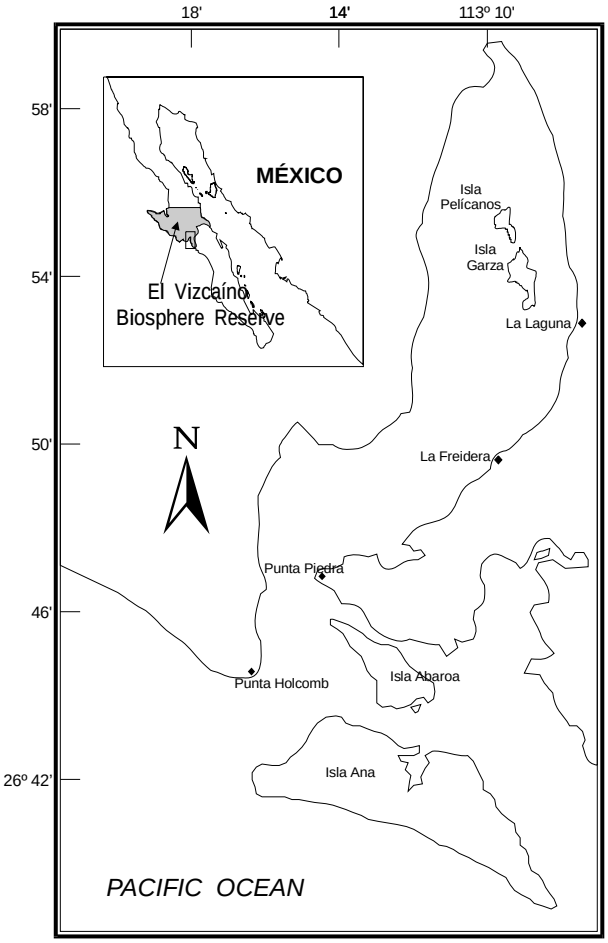
Tabla III. Censo de abundancia de pares madre/cría de ballena gris en Laguna San Ignacio, B.C.S. desde 1978 hasta 2008. Números en **negrita** representan conteos máximos de la temporada.

DIA	1978	1979	1980	1981	1982	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2003	2005	2006	2007	2008
4-Ene	2															
5-Ene																
6-Ene																
7-Ene																
8-Ene																
9-Ene			28													
10-Ene																
11-Ene	18															
12-Ene																
13-Ene				41												
14-Ene																
15-Ene		21														
16-Ene																
17-Ene		41			57		3									
18-Ene	22		93				12									
19-Ene							12									
20-Ene				61												
21-Ene						23										
22-Ene																
23-Ene		30														
24-Ene																
25-Ene					99				23	10						7
26-Ene			103													
27-Ene				79							15		20			
28-Ene	48															
29-Ene									22							
30-Ene										23						7
31-Ene							32									
1-Feb		64			75		36									
2-Feb	67						54									
3-Feb											25					
4-Feb				102			32		35	8						
5-Feb			97				37							25	12	13
6-Feb															17	
7-Feb							54									25
8-Feb					93				44		45					
9-Feb		77														
10-Feb							25							26	13	25
11-Feb								87								
12-Feb	74			141		40										
13-Feb							62		52		22					
14-Feb					137					13						
15-Feb								36			21		26	45		20
16-Feb			118					97							16	

17-Feb							42								37	
18-Feb				154								31	46			
DIA	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2003**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
19-Feb			117							16	30					
20-Feb		96							48							
21-Feb					162									43		
22-Feb								123							20	27
23-Feb				169								22				
24-Feb							68				62					
25-Feb										17						
26-Feb	89		152					126								
27-Feb					152				42			24				
28-Feb																36
1-Mar		100									35					
2-Mar							92								21	
3-Mar			164				94									
4-Mar				185					39			28				39
5-Mar						45										
6-Mar								143				27				
7-Mar	102									33	35					
8-Mar		134			281											
9-Mar							83		24							24
10-Mar							83	133							20	
11-Mar									63							
12-Mar				229		19					38					
13-Mar																
14-Mar			170							45						24
15-Mar								105	21							
16-Mar							52									
17-Mar	202	190													9	
18-Mar				234	237											
19-Mar								50		41	16					
20-Mar			186						38				18			38
21-Mar							50									
22-Mar															30	
23-Mar										39						
24-Mar		148							19		22					41
25-Mar								130								
26-Mar	119			178						28					18	
27-Mar							51									
28-Mar			180													
29-Mar								73	15							
30-Mar															3	
31-Mar																40
1-Abr				138	269											
2-Abr	92										25					
3-Abr		227	163													14
4-Abr																

5-Abr																
6-Abr																
7-Abr				155												
DIA	1978	1979	1980	1981	1982	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2003	2005	2006	2007	2008
8-Abr																
9-Abr		155	178													
10-Abr																
11-Abr	108															
12-Abr																
13-Abr																
14-Abr																
15-Abr										34						

Figura 1. Area de Estudio



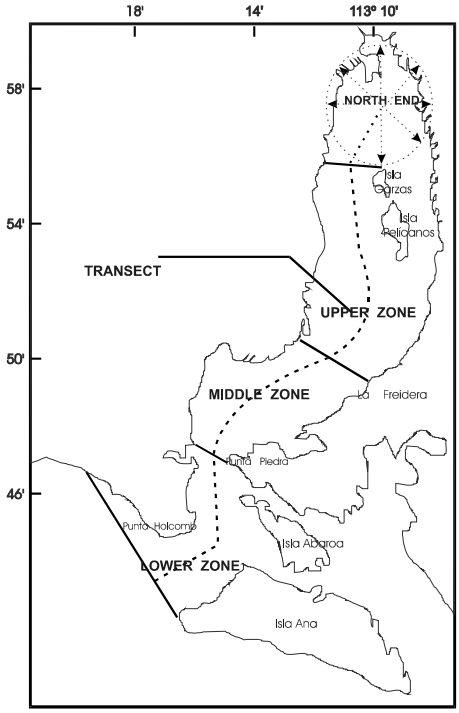


Figura 2. Ruta del transecto en bote utilizada para censar ballena gris en Laguna San Ignacio.

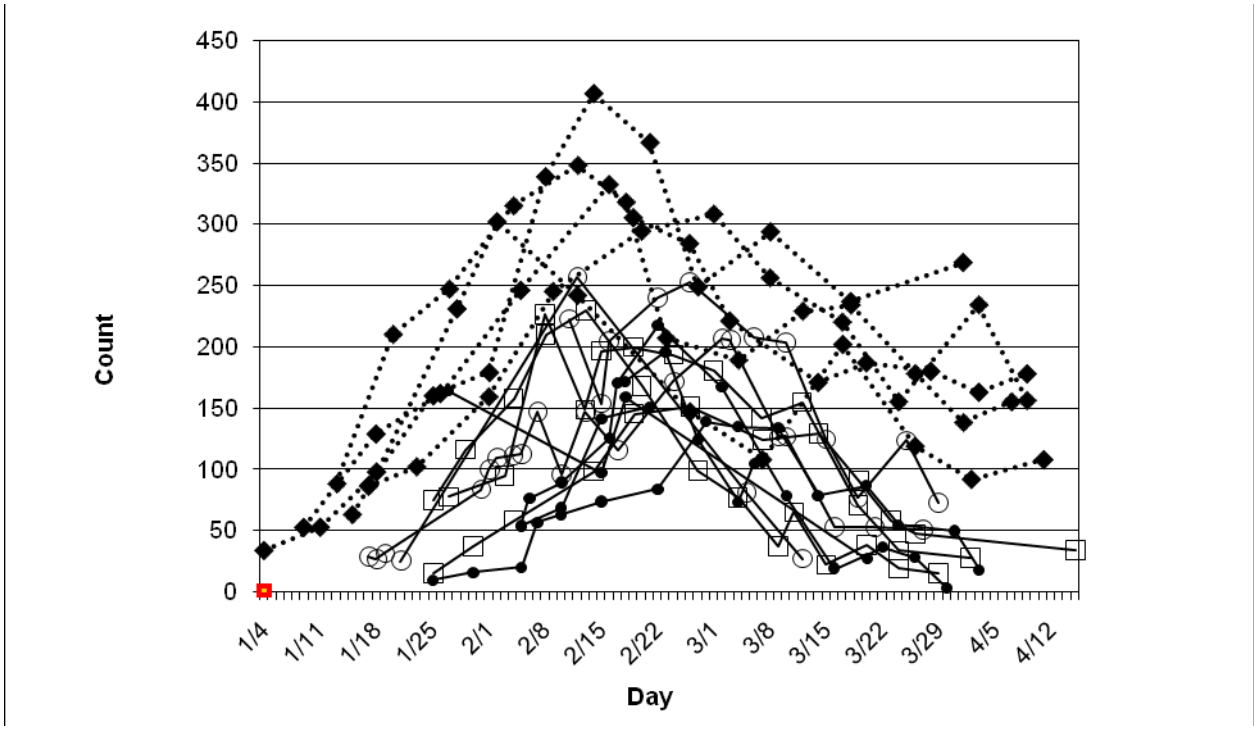


Figura 3. Conteos de ballena gris adultos censados dentro de Laguna San Ignacio entre 1978 y 2008. Diamantes negros = 1978-1982; Círculos blancos = 1995-2007 pre-mortalidad; Cuadrados blancos = 1998-2000 durante la mortalidad; Círculos negros = 2003-2008 post mostalidad.

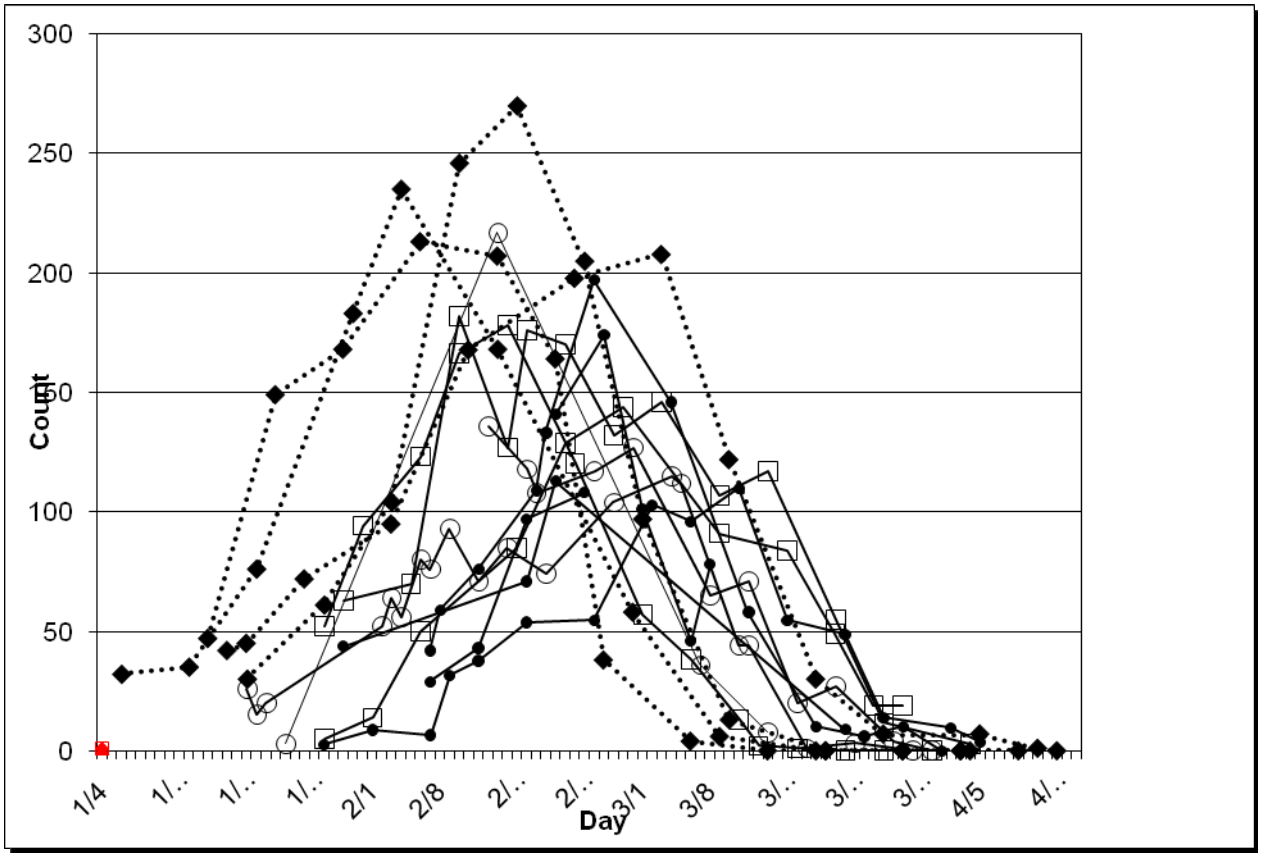


Figura 4. Conteos de solitarios de ballena gris censados dentro de Laguna San Ignacio entre 1978 y 2007. Diamantes negros = 1978-1982; Círculos blancos = 1995-2007 pre-mortalidad; Cuadrados blancos = 1998-2000 durante la mortalidad; Círculos negros = 2003-2008 post mostalidad.

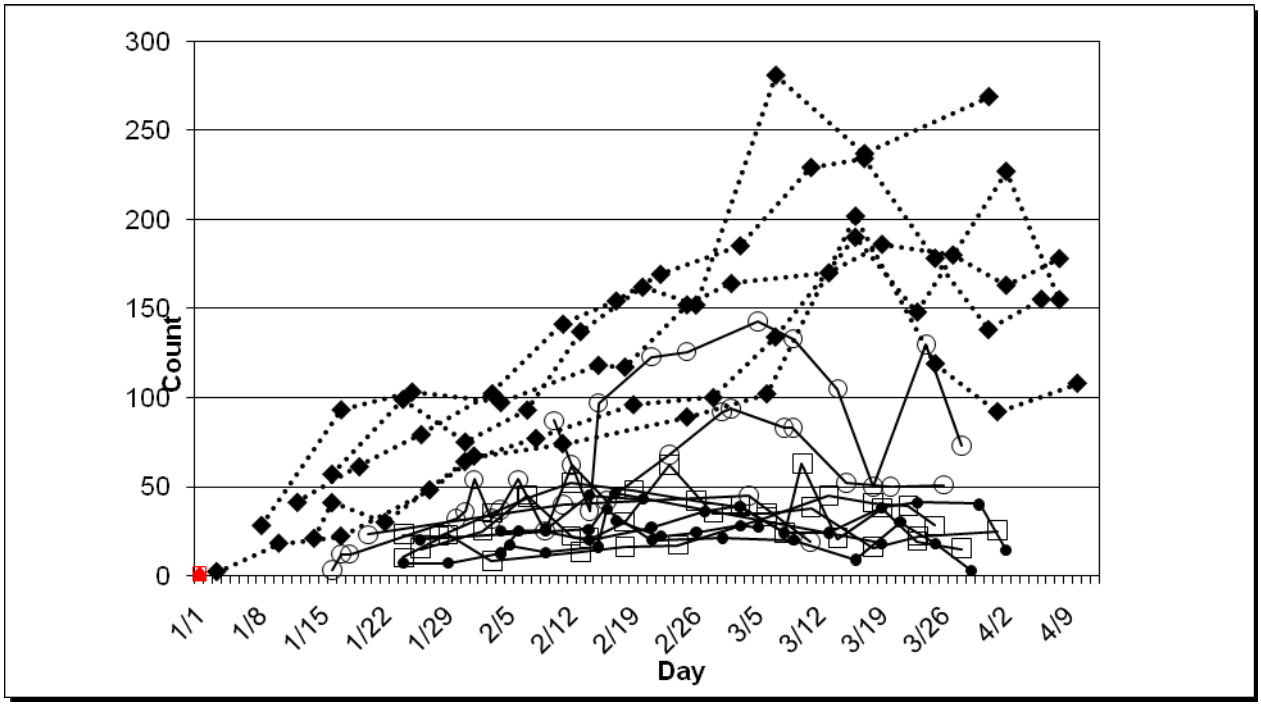


Figura 5. Conteos de pares madre/cría de ballena gris censados dentro de Laguna San Ignacio entre 1978 y 2007. Diamantes negros = 1978-1982; Círculos blancos = 1995-2007 pre-mortalidad; Cuadrados blancos = 1998-2000 durante la mortalidad; Círculos negros = 2003-2008 post mostalidad.

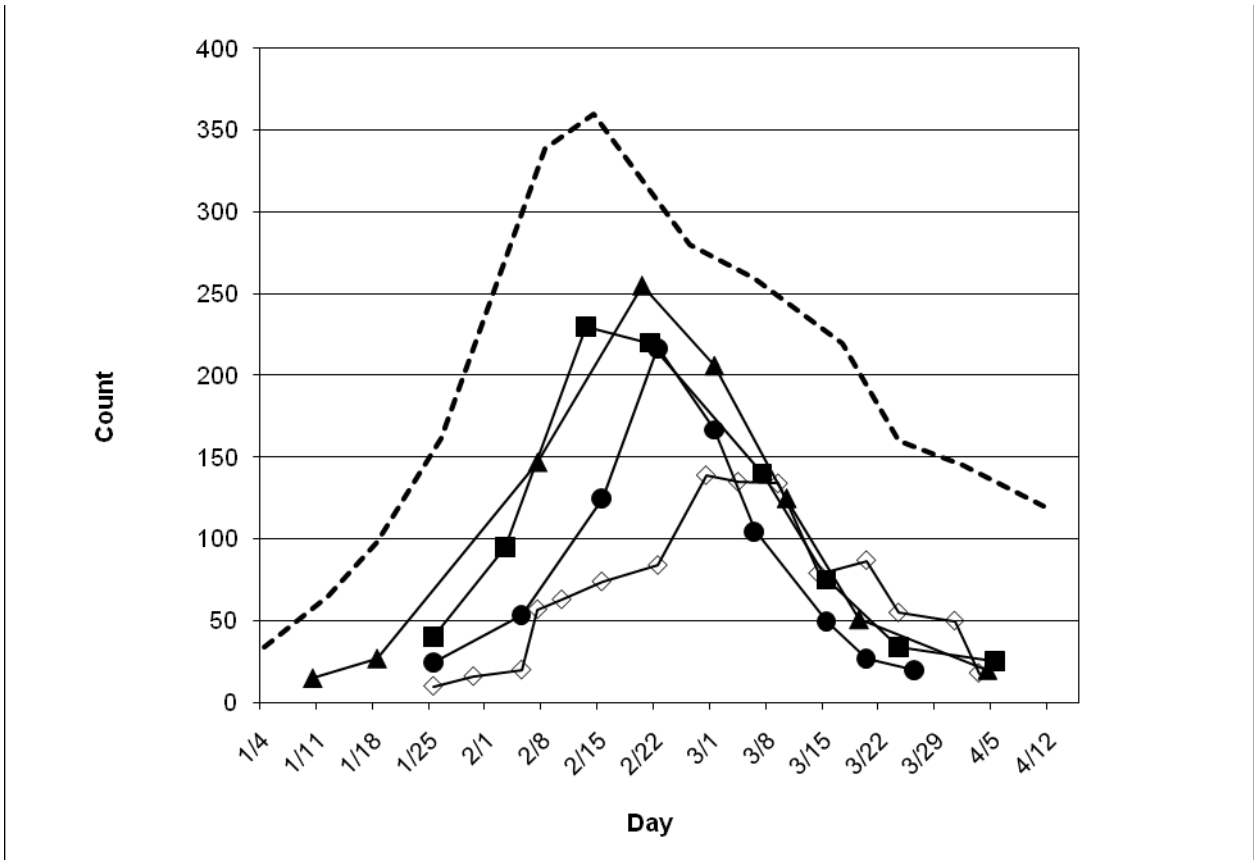


Figura 6. Patrones en los conteos de ballena gris adulta (no cría) censados dentro de Laguna San Ignacio entre 1978 y 2008. Línea quebrada = 1978-1982; Triángulos negros = 1995-1997; Cuadrados negros = 1998-2000; Círculos negros = 2003-2008; y Diamantes blancos = 2008.

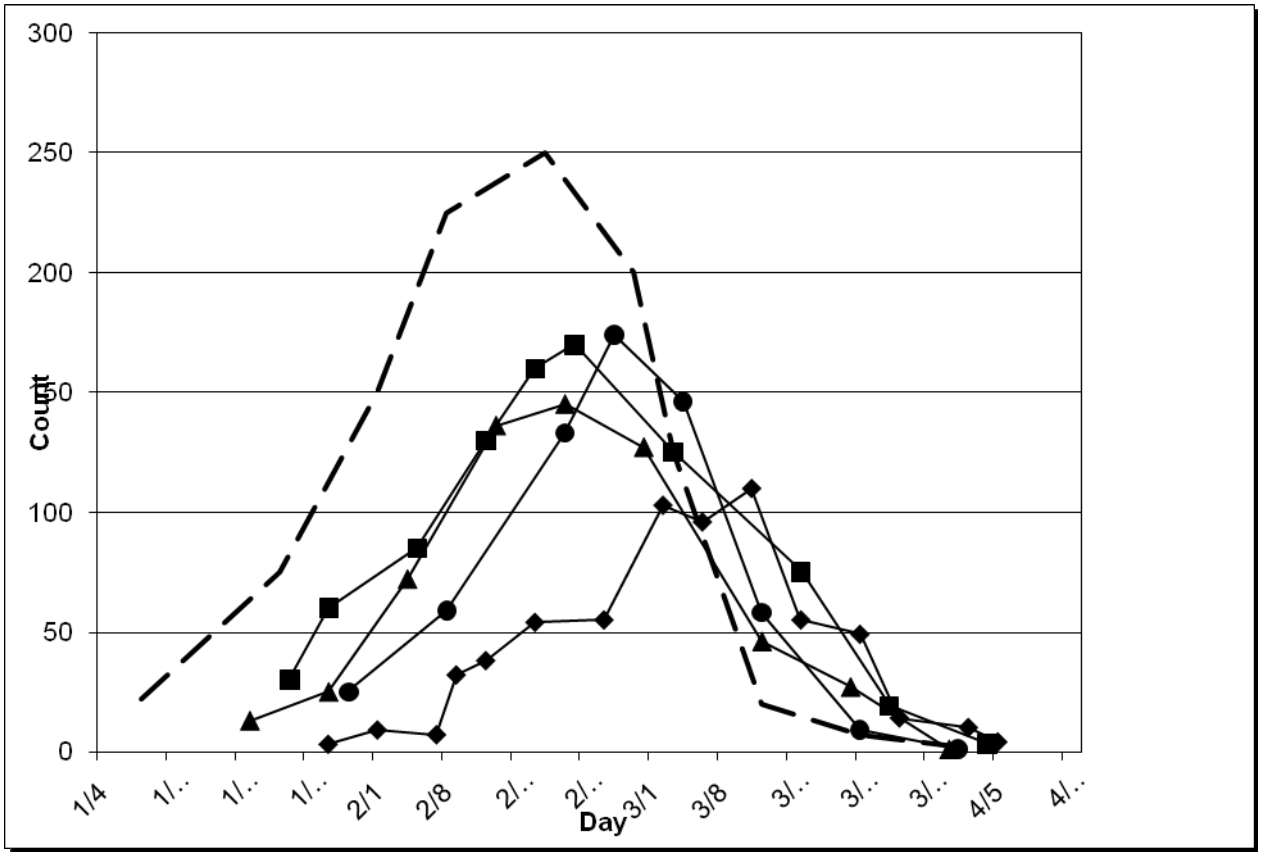


Figura 7. Patrones en los conteos de solitarios (no par de madre con cría) de ballena gris censados dentro de Laguna San Ignacio entre 1978 y 2008. Línea quebrada = 1978-1982; Triángulos negros = 1995-1997; Cuadrados negros = 1998-2000; Círculos negros = 2003-2008; y Diamantes blancos = 2008.

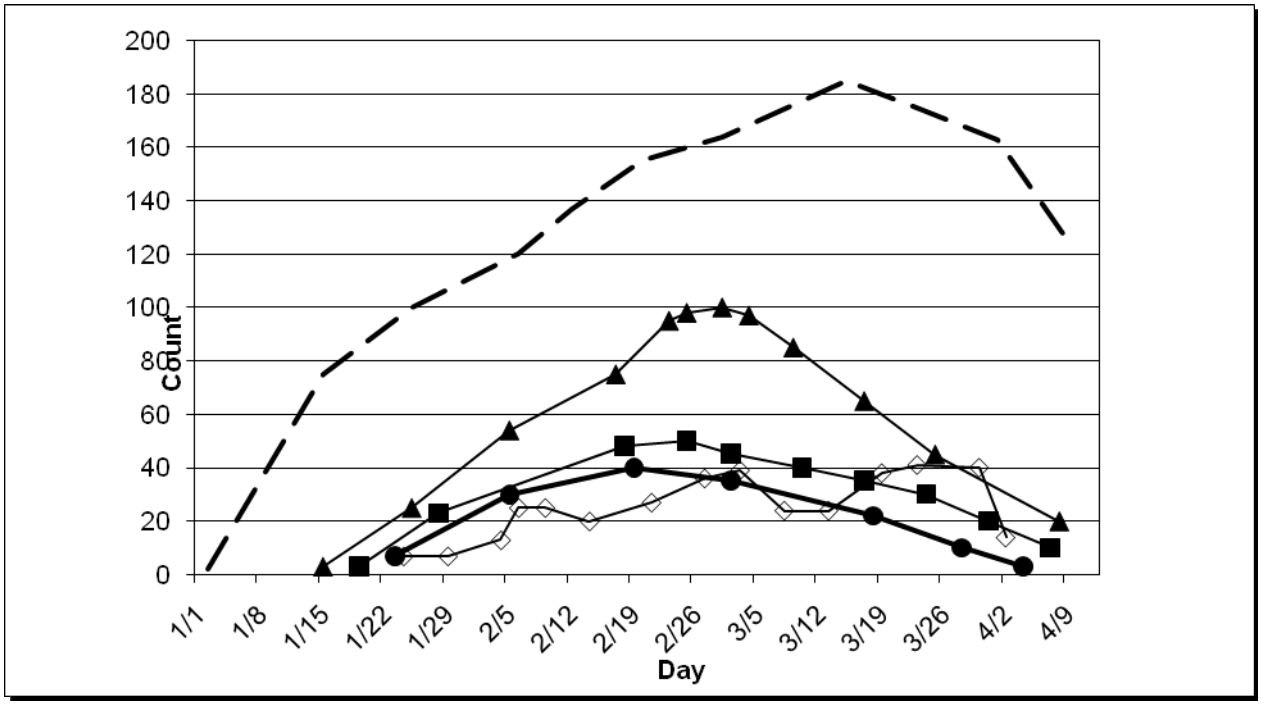


Figura 8. Patrones en los conteos de pares madre/cría de ballena gris censados dentro de Laguna San Ignacio entre 1978 y 2008. Línea quebrada = 1978-1982; Triángulos negros = 1995-1997; Cuadrados negros = 1998-2000; Círculos negros = 2003-2008; y Diamantes blancos = 2008.

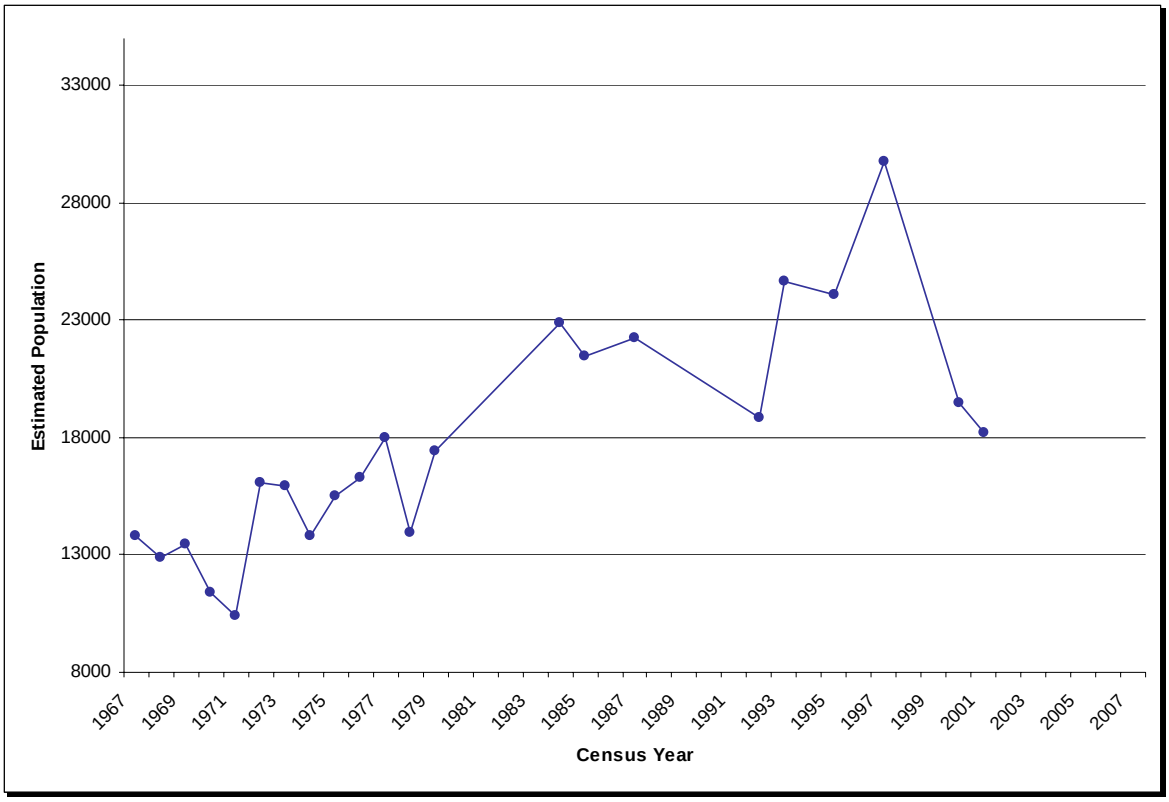


Figura 9. Estimados de ballena gris en la población NPE, basado en censos visuales de la migración de otoño frente a la estación de observación Granite Canyon, California entre 1967/1968 hasta 2001/2002 (de Rugh *et al.* 2005).