



**Instituto Politécnico Nacional
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas**



Departamento de Pesquerías y Biología Marina

**Asociaciones entre individuos de ballena azul (*Balaenoptera
musculus*) en el suroeste del Golfo de California, México.**

TESIS

Que para obtener el grado de Maestro en Ciencias con Especialidad en
Manejo de Recursos Marinos

Presenta:

Biól. Ibiza Martínez Serrano

La Paz, B.C.S., México

diciembre 2005



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION
ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 09:00 horas del día 2 del mes de Septiembre del 2005 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

**"PATRÓN DE ASOCIACIONES ENTRE INDIVIDUOS DE BALLENA AZUL (*Balaenoptera musculus*)
EN EL SUROESTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO"**

Presentada por el alumno:

MARTÍNEZ
Apellido paterno

SERRANO
materno

IBIZA
nombre(s)

Con registro:

B	0	2	0	7	5	3
---	---	---	---	---	---	---

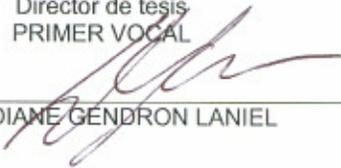
Aspirante al grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL


DRA. DIANE GENDRON LANIEL

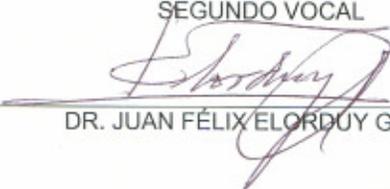
PRESIDENTE


DR. NORMAN SILVERBERG

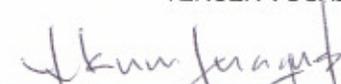
SECRETARIO


DR. VICTOR MANUEL GÓMEZ MUÑOZ
Co-Director

SEGUNDO VOCAL


DR. JUAN FÉLIX ELORDUY GARAY

TERCER VOCAL


DR. LUIS MANUEL ENRIQUEZ PAREDES

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO


DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE



L. P. N.
CICIMAR
DIRECCION



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 2 del mes Septiembre del año 2005, el (la) que suscribe IBIZA MARTÍNEZ SERRANO alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro B020753 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: DRA. DIANE GENDRON LANIEL y cede los derechos del trabajo titulado: "PATRÓN DE ASOCIACIONES ENTRE INDIVIDUOS DE BALLENA AZUL (*Balaenoptera musculus*) EN EL SUROESTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO" al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

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

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

IBIZA MARTÍNEZ SERRANO

nombre y firma

Al mar... porque

*Nada es tan mío,
como el mar cuando lo miro*

Elías Nandino

Este trabajo fue desarrollado gracias al apoyo de:

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)

Instituto Politécnico Nacional (IPN)
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR)

Programa Institucional de Fomento de Investigadores.
Proyectos: "Historia de vida de la ballena azul, el cachalote y especies asociadas en el Golfo de California" y "Estructura poblacional de la ballena azul y del cachalote de Baja California Sur".

Ambos bajo la dirección de la Dra. Diane Gendron.

Universidad Veracruzana (UV)

“Uno de los placeres más grandes de la vida es hacer lo que la gente dice que no podemos”

Walter Bageho

El desarrollo y publicación de este trabajo implicó tiempo.
Tiempo no sólo de investigación como tal.
Tiempo de vida en los lugares de muestreo, de trabajo y estudio.
Tiempo de convivencia con muchas personas que contribuyeron para
que este trabajo esté ahora donde está.

Es por lo anterior que me es necesario agradecer infinitamente a todo
ese grupo de personas que estuvieron conmigo...esperando lo sigan
estando por tiempo indefinido.

Deyanira... Por compartir de nuevo este sueño y loca aventura y apoyarme siempre en lo que fuera necesario. Por ser y estar, porque como dice Marco: "Deseo tanto ver a mis padres, les necesito tanto. Mas crezco, más les quiero, o, por lo menos, más los acepto" ... y eso sólo en la distancia he podido asimilarlo. Te amo.

Ricardo...Tantas cosas lindas que has visto en tu infinito recorrer por los siete mares...entre ellas a *Balaenoptera musculus*...te amo siempre y te llevo en el mar inmenso de mi corazón.

Karla, Yanni y Lalo y ahora Jael... Como siempre, una de mis razones para vivir. De punta a punta, el país nos unió más...Los quiero!

Elvira, Poly, Enrique, Poly, Cami, Fabián, Ricardo, Ángel y Rocío... La raíz que llevo es un roble. Gracias por ser mi bastón, mi paño de lágrimas y mi mayor motivación. Por el ejemplo de vivir intensamente cada segundo de nuestras vidas.

Dra. Diane Gendron. No hay palabras en el mundo entero para agradecerte la oportunidad de acercarme a la bella gigante azul. Aprecio mucho la confianza que depositaste en mí, tu dedicación y la emoción con que desarrollamos esta idea. Además agradezco y valoro tu infinita paciencia. Millones de gracias.

Dr. Víctor Gómez Muñoz. Gracias miles por las intensas sesiones de trabajo y por las salvadas. Pero sobre todo por esas intensas sesiones de tranquilidad y por las consultas gratis! No cabe duda de que pocas personas son como tú tan auténticas y transparentes. Espero seguir tu ejemplo al pie de la letra. Gracias mi C-DF !!

Al comité revisor, Dr. Norman Silverberg, siempre son importantes las preguntas más básicas, porque evidencian lo que sabemos y si sabemos explicarlo. Dr. Jon Elorduy Garay, por el maravilloso idioma que hablamos y que gracias a usted pude escribirlo mejor, Luis Enríquez Paredes, por los extraordinarios comentarios que me hiciste y porque gracias a ti entendí que mi trabajo era grandecillo. Jaime Gómez, por sus comentarios tan acertados y a todos por contribuir en un buen tanto a que este trabajo llegara a la meta final...

Ciro Arista, Antonio Zamarrón, Javier Álvarez y Calvillo. Mis capitanes, mis compañeros, mis amigos! Ciro, por tu chispa; Zamarrón por aquella plática tan bonita en Puerto Escondido con langostas; Javier, por el "estéreo", la disca, las orcas y porque aprendimos juntos a ballenear. Calvillo, porque fue la primera vez que salí sola al mar... Mil gracias a todos.

Leo... Por darme algo más que posada cuando llegue a La Paz y compartir conmigo tantas coincidencias, tristezas y alegrías...y por todo lo siguiente...Te amo!

Raúl. Por apoyarme y ayudarme tanto al principio de esta aventura, por todo lo amado, por todo lo lindo vivido...Y por todo lo demás, porque de todo se aprende. Te lo agradezco mucho.

Martín e Irene. Por ser como unos padres para mí en esta ciudad. Por la confianza y el cariño. Por siempre, Xalapa esta abierta de par en par y mi corazón también. Muchas muchas gracias.

Verónica, mi más grande amiga y consejera. Te quiero muchísimo y gracias mil por la confianza y por toda una maestría compartida.

Irán, Mario y Naahmzuré. Irán por ser mi amiga, por escucharme y aconsejarme. Por vivir y soportar mis locuras de limpieza, por todo, mil gracias. Te quiero mucho y la casa no fue la misma sin ti...Mario, porque aprendí mucho de ti en esa semana juntos, porque me quitaste muchas máscaras y me ayudaste a despertar. Por darme oportunidad de relajarme cada miércoles y viernes al convertirme en Hiraeed. Naahmzuré, eres la niña más querida del mundo, te lo dice quien te vio crecer desde el principio y que es testigo del gran amor de tus padres.

Christian, gracias e n o r m e s!!! Mi amigo y compañero de aventuras, gracias por nuestro excelente equipo en el campo, por nuestra complicidad, por las orcas... bien por el empate. Te quiero mucho.

Fernando, cómo agradecer toodo lo que has hecho por mi. Mil gracias por tu amistad incondicional, por tu comportamiento impecable, por el libro de regaños, por la lista de "...te acordarás"... y por dejarme compartir contigo de día y de noche el desarrollo de este trabajo... Gracias, te llevo en un lugar extra especial del corazón.

Mauricio. Mil gracias por ser mi amigo y por demostrármelo en un momento bastante difícil cuando creí que todo el mundo me había dado la espalda. Por darme posada en mi última etapa...Mi más profundo agradecimiento y ojalá algún día coincidamos...

A Heidi, Constanza, Claudia, Nicolás, Carlos. Gracias por su madurez, su amistad y por la segunda oportunidad. Lo valoro mucho.

Mario Salinas. Mi reconocimiento, admiración, y respeto. Sobre todo, mi cariño a quien tanta confianza me tuvo para compartir nuestras tristezas y alegrías.

A todos mis compañeros de laboratorio y de maestría: Vanessa, Claudita, Conchita, Heidi, Frank, Fernando, Norma, Azucena (mi reconocido respeto, admiración y agradecimiento por salvarme la vida tantas veces con esa base de datos), Isabel, Verónica, Sylvianne, Marco, Mario, Toño, Raúl.

A mis amigos externos del laboratorio: Liliana, Oscar, Víctor, Gladys, Manuel. Siempre los recordaré con esa alegría que los caracteriza. Gracias por siempre y por todo, y porque aún en la distancia han sido mis amigos.

A todos los kilombos, por su sazón, no solo en la comida, sino en la vida. Por alimentarme todos los días en cuerpo y alma...

A Arturo, Jaime y Juan Manuel, Marco. A Esteban, Salvador, Hugo. Alejandra, Alynn, Blanca, Lissy, Sandy, Silvia. Por seguir estando y seguir siendo... mi pilar, mi fuerza y mis inyectores de energía.

A Ernesto por apoyarme desde que me fui, por esperarme y por "repatriarme"...
Gracias

Y por alguna extraña razón... Gracias *Megaptera*...

CONTENIDO

Glosario	i
Resumen	iv
Abstract	v
1. Introducción	1
2. Antecedentes	4
3. Objetivos	8
4. Área de Estudio	9
5. Metodología	13
5.1 Trabajo de campo	13
5.2 Foto-identificación	14
5.3 Determinación de criterios de asociación	15
5.3.1 Individuos solitarios	15
5.3.2 Asociación directa	16
5.3.3 Asociación no directa	16
5.3.3.1 Individuos núcleo	16
5.3.3.1 Patrones de asociación temporal y espacial	17
5.3.3.2 Segregación temporal y espacial por sexos	18
6. Resultados	19
6.1 Base de datos y fotoidentificación	19
6.2 Criterios de asociación	21
6.2.1 Individuos solitarios	21
6.2.2 Asociaciones directas	22
6.2.3 Asociaciones no directas	28
6.2.3.1 Individuos núcleo	28

6.2.3.2 Patrón de asociación temporal	32
6.2.3.3 Patrón de asociación espacial	34
6.2.3.4 Segregación espacial y temporal por sexo	37
7. Discusión	38
8. Conclusiones	55
9. Recomendaciones	56
10. Referencias	57
Apéndices	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1a.	Localización del Golfo de California en México	12
Figura 1b.	Regionalización del área de estudio	12
Figura 2.	Ejemplo de fotografías utilizadas en la foto-identificación	15
Figura 3.	Número de salidas y duración de las mismas en promedio (días) para cada año.	19
Figura 4.	Estructura de edades por sexo y grupo de ballenas azules foto-identificadas en el suroeste del Golfo de California	20
Figura 5.	Constitución de los pares de ballena azul fotografiados en el suroeste del Golfo de California	24
Figura 6.	Arreglo de grupos con más de tres individuos sexados de ballena azul fotografiados en el suroeste del Golfo de California	26
Figura 7.	Composición sexual de los grupos núcleo de ballena azul foto-identificados en el suroeste del Golfo de California	30
Figura 8.	Dendrograma de fusiones de los mega-grupos de individuos núcleos de ballena azul foto-identificados en el suroeste del Golfo de California	31
Figura 9.	Patrones de registro anual de los diecisiete grupos encontrados para el suroeste del Golfo de California.	33
Figura 10.	Patrones de registro mensual de los ocho grupos encontrados para el suroeste del Golfo de California.	34
Figura 11.	Patrones de registro espacial de los nueve grupos encontrados para el suroeste de California.	35

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Esfuerzo de navegación en el suroeste del Golfo de California 1993-2003	19
Tabla 2.	Número de individuos foto-identificados durante el periodo de muestreo	20
Tabla 3.	Número de individuos solitarios de ballena azul	21
Tabla 4.	Detalle de hembras de ballena azul con dos o más crías fotografiadas en el suroeste del Golfo de California	22
Tabla 5.	Tipo de asociaciones de crías de ballena azul identificadas (ID) y foto-capturadas en el suroeste de Golfo de California	23
Tabla 6.	Tercer individuo acompañando a hembras con cría	23
Tabla 7.	Número de integrantes en los grupos registrados con más de tres individuos	25
Tabla 8.	Tabla de de grupos de más de tres individuos	27
Tabla 9.	Datos de los tres criterios utilizados en la determinación de individuos núcleo	29
Tabla 10.	Sexo y grupo de edad de los individuos núcleo de ballena azul	29
Tabla 11	Grupos resultantes de la fusión de grupos núcleo.	31
Tabla 12.	Resumen de las proporciones sexuales de los grupos formados a escalas anual, mensual y espacial en el suroeste de Golfo de California.	36

LISTA DE APÉNDICES

APÉNDICE 1	Programas Matlab	67
APÉNDICE 2	Tablas de asociación: Solitarios	73
APÉNDICE 3	Tablas de asociación: Hembras con cría	76
APÉNDICE 4	Tablas de asociación: Pares	77
APÉNDICE 5	Tablas de asociación: Tríos	79
APÉNDICE 6	Mapas de asociación directa	81
APÉNDICE 7	Número de re-avistamientos para cada individuo	84
APÉNDICE 8	Número de asociaciones directas para cada individuo	87
APÉNDICE 9	Ballenas identificadas como individuo núcleo y sus grupos	90
APÉNDICE 10	Grupos formados por registro anual	91
APÉNDICE 10. 1	Grupos formados por registro mensual	92
APÉNDICE 10. 2	Grupos formados por registro espacial	93
APÉNDICE 11	Mapas mensuales de avistamientos en el suroeste del Golfo de California	95
APÉNDICE 12	Mapas anuales de avistamientos en el suroeste del Golfo de California	100

GLOSARIO

ALTRUISMO. Comportamiento en el cual un animal, sin importar su propio bienestar, beneficia a otro miembro de su especie. Su presencia esta asociada particularmente con tres tipos de actividad: defensa, ayudando a criar a los jóvenes y a compartir alimento (Immelman y Beer, 1989).

AGREGACIÓN. Grupo de organismos que se juntan como resultado de atracción independiente de individuos a un lugar en particular, tal como fuentes de alimento (Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, 2001). Proceso que resulta de la agrupación de individuos, sea por movimiento activo o diseminación, que se realiza con una finalidad específica, como refugio, alimentación, reproducción o defensa (Sarmiento, 2001).

ÁMBITO HOGAREÑO. Área que un animal ocupa en sus actividades de alimentación, reproducción y cuidado de las crías. El tamaño del ámbito se relaciona con numerosas variables, características, requerimientos y atributos del mismo animal, también con las relaciones intra e interespecíficas así como la disponibilidad y uso de los recursos (Burt, 1943; Bowen, 1982; Servín y Huxley, 1993).

ASOCIACIÓN. Acción y efecto de asociar o asociarse (Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, 2001). Reunión de organismos en una organización definida para un fin determinado en un mismo lugar (Sarmiento, 2001).

ASOCIACIÓN DIRECTA. En este trabajo, se refiere a una asociación de dos o más ballenas cuando se ven juntas en el mismo avistamiento.

DIMORFISMO SEXUAL. Diferencias fenotípicas marcadas entre machos y hembras de una misma especie.

DISPERSIÓN. Proceso de movimiento de los organismos lejos de su centro de densidad de población, hacia fuera de sus lugares de nacimiento u origen, sin una dirección determinada (Sarmiento, 2001).

FILOPATRÍA. Tendencia de ciertos animales a permanecer en su localidad nativa o patria. Ésta nunca sale o emigra de su sitio natal o bien retorna a la misma (Sarmiento, 2001).

FISIÓN-FUSIÓN. Tipo de organización social en la cual los individuos regularmente forman pequeños subgrupos para la búsqueda e ingestión de alimento, pero que de vez en cuando se juntan todos para formar grupos más grandes. La variación en las agrupaciones depende generalmente del tipo y la disponibilidad del alimento.

GRUPO CON MÁS DE TRES INDIVIDUOS (>3). En este trabajo, se refiere a una asociación donde se observan más de tres individuos juntos a una distancia entre unos y otros no mayor a 500 m, y realizando la misma actividad.

HEMBRAS CON CRÍA (C/c). En este trabajo, se refiere a la asociación de una hembra que suponemos es la madre la cual esta acompañada de su cría. Las hembras con cría se reconocen en el campo por ser dos individuos de tamaño considerablemente diferente. La cría permanece por lo general al lado de la hembra a uno o dos cuerpos de distancia (esta distancia se incrementa conforme la cría va creciendo), salvo cuando la hembra realiza inmersiones para alimentarse, aunque, una vez que la hembra emerge, se buscan y se unen de nuevo. Raras veces se han observado una cría sola.

ÍNDICE O COEFICIENTE DE ASOCIACIÓN. Fórmula matemática que mide la relación existente entre cualquier par de individuos. Si el valor resultante es alto, la asociación también lo es; si el valor es bajo, hay poca o nula asociación. Algunos índices son simples estimaciones de la proporción de tiempo en que dos animales están asociados (Whitehead, 1997).

INDIVIDUOS NÚCLEO. En este trabajo, se refiere a animales identificados por los números elevados de 1) asociaciones con otros individuos, 2) foto-recapturas y 3) de fidelidad al sitio.

MATRILINEAL. Dicho de una organización social que se basa en el predominio de la línea materna.

MIGRACIÓN. Movimiento masivo de individuos entre diferentes partes del ámbito hogareño de una población con el fin de satisfacer necesidades de alimento o reproducción.

MISTICETO. Una ballena que tiene barbas en lugar de dientes, comprende uno de los dos subórdenes vivientes del orden *Cetacea*. En lugar de dientes, se alimentan mediante un aparato altamente especializado de filtración constituido por placas o barbas adheridas a la mandíbula superior el cual permite concentrar organismos por lo general muy pequeños. Además, los misticetos tienen dos espiráculos, el cráneo simétrico y no cuentan con costillas articuladas con el esternón (Hall, 1981).

PAR. En este trabajo, se refiere a una asociación formada por dos ballenas que conservan una distancia corporal, se comportan de manera coordinada, y se caracteriza porque una de ellas funge como líder evidente, que es el individuo que siempre emerge primero a la superficie (Sears *et al.*, 2001).

SELECCIÓN POR PARENTESCO (Kin selection). Mecanismo evolutivo que selecciona aquellas conductas que incrementan el éxito reproductivo del donador de un comportamiento altruista.

TERCEROS (3rd). En este trabajo, se refiere a aquél individuo que se encuentra asociado a una pareja hembra-cría y que, aparentemente, realiza las mismas actividades que la pareja.

TRÍO. En este trabajo, se refiere a una asociación formada por tres individuos que conservan la distancia corporal de un cuerpo entre ellos y realizan las mismas actividades. En este tipo de formación no incluye a las hembras con cría ni terceros.

RESUMEN

La organización o estructura social de los misticetos es poco conocida. En el caso de ballena azul, al igual que casi todos los integrantes de la familia *Balaenopteridae* se reporta que son animales poco sociables y generalmente se observan solos, en pares o en pequeñas agregaciones de corto plazo. En este trabajo se estudiaron las asociaciones entre los 409 individuos de ballenas azules foto-identificadas en la porción sudoccidental del Golfo de California, durante las temporadas de invierno-primavera de 1993 a 2003. A partir de los registros de asociaciones directas (animales avistados juntos) se definieron 75 pares, 24 tríos, 48 hembras con cría, 13 individuos fungiendo como terceros y 25 grupos con más de tres individuos dominados por hembras. Se encontraron 12 individuos solitarios (vistos siempre solos), los cuales correspondieron al 6% de todas las asociaciones registradas. Mediante 3 análisis independientes de distinta escala en tiempo y espacio, se identificaron 14 individuos denominados “núcleo”, que podrían funcionar como nodos en la red de relaciones entre los demás individuos, generando y manteniendo la cohesión entre la población muestreada. Los resultados de las proporciones sexuales a escalas temporal y espacial indican un número mayor de hembras, pero que los machos están presentes de manera continua en toda la zona. Lo anterior da indicios de que existe un patrón definido con el cual se agregan las ballenas azules en esta área. Finalmente, estudiar las asociaciones entre individuos a diferentes escalas contribuyó con nuevas evidencias sobre el uso de la zona por parte de ambos sexos de ballena azul para actividades de crianza, de alimentación y posible reproducción en el suroeste del Golfo de California.

ABSTRACT

The organization or social structure of mysticetes are poorly known. The blue whale, as is the case for almost all members of the *Balaenopteridae* family, has been reported to be not very sociable, generally observed as solitary animals, in pairs or in small short-term aggregations. The present study examined associations among the 409 photo-identified individuals of blue whale during winter-spring of 1993-2003 in the southwestern Gulf of California. Based upon direct association data (animals sighted together), 75 pairs, 28 trios, 48 cows with calves and 23 female-dominated groups with more than three individuals were defined. Twelve individuals were always sighted as solitary animals, corresponding to 6% of all recorded associations. Three independent analyses at different time and space scales, identified the existence of 14 individuals, termed "core" or "nucleus" animals. These animals could play a nodal role in the complex web of relationships between all the other individuals, generating and maintaining cohesion within the studied population. The results concerning the proportion of sexes over various temporal and spatial scales showed a larger number of females present, but males were continuously present over the whole region. This indicates some defined pattern of aggregation of blue whales in the area sampled. The study of the associations between individuals at different scales has contributed new evidence about habitat use by both sexes of blue whales in order to meet needs related to breeding, feeding and possibly reproduction in the southwest Gulf of California.

1. INTRODUCCIÓN

La organización social y las asociaciones entre individuos han sido ampliamente estudiadas en numerosas especies de mamíferos. Los que viven en grupos pueden depender unos de otros para su supervivencia y la reproducción; pero los costos y los beneficios de vivir en grupo no son compartidos equitativamente entre todos los miembros del grupo. La medición de tales diferencias es relevante para estudiar cómo la selección natural ha moldeado los sistemas sociales y los patrones de comportamiento de una especie, a través de presiones ecológicas como la disposición del alimento y la defensa contra sus predadores (Davies y Krebs, 1978; Mann, 1999). Las interacciones sociales estables y duraderas han sido estudiadas con detalle en varias especies de mamíferos terrestres: leones (Spong y Creel, 2004), elefantes (McComb *et al.*, 2003; Charif *et al.*, 2005) y primates (Roosmalen, 1985; Pastor-Nieto, 2001) entre otros. Sin embargo, a pesar de que no han sido ampliamente consideradas en los estudios de organización social, las interacciones de corta duración son también importantes ya que al sumarlas a lo largo del tiempo pueden llegar a representar una proporción significativa de las actividades que un individuo realiza con sus conespecíficos (Weinrich y Kuhlberg, 1991).

Ciertas especies de mamíferos marinos, y particularmente aquellas del grupo de los odontocetos, muestran lazos fuertes entre sus individuos (Whitehead, 1995; Bigg *et al.*, 1990; Berta y Sumich, 1999; Connor, 2001; Baird y Whitehead, 2000; Lettevall *et al.*, 2002, entre otros). En contraste, en los mysticetos esta condición es menos observada, aunque ocasionalmente han sido registrados formando asociaciones de corta duración (Weinrich y Kuhlberg, 1991; Richardson *et al.*, 1995; Clapham, 1996; Vashro y DenDanto, 2001).

Los odontocetos difieren de los mysticetos en varios aspectos que influyen en el tipo de organización social que rige a cada suborden. En los odontocetos existe, en general, un marcado dimorfismo sexual, y una organización social bien observada, en la que los

grupos familiares pueden permanecer juntos durante largos períodos (Berta y Sumich, 1999). Por otro lado, los sistemas sociales de los misticetos son poco conocidos (Weinrich y Kuhlberg, 1991), cuentan con un dimorfismo sexual mínimo, pero opuesto siendo la hembra ligeramente de mayor tamaño, no se sabe de la existencia de grupos familiares permanentes ni sobre la organización social salvo en la ballena jorobada, *Megaptera novaeangliae* (Weinrich, 1991; Weinrich y Kuhlberg, 1991; Clapham, 1996).

En adición, los misticetos son especies que realizan grandes migraciones cada año, en verano realizan una intensa actividad de alimentación en latitudes altas, seguida de actividades de crianza y reproducción en latitudes bajas durante los meses de invierno (Berta y Sumich, 1999). Con base en el conjunto de las características mencionadas se ha considerado que la organización social en odontocetos es más compleja que en misticetos (Tyack, 1986, citado por Weinrich y Kuhlberg, 1991).

La ballena azul (*Balaenoptera musculus*), al igual que otras especies de misticetos, tiene una amplia distribución en todos los océanos (Yochem y Leatherwood, 1985). Sin embargo, debido a sus hábitos oceánicos y poco gregarios (Tomilin, 1967) sus rutas y destinos migratorios no han podido ser establecidos con precisión (Reeves *et al.*, 1998). Lo anterior ha dificultado el estudio de aspectos relacionados con sus estrategias de reproducción y su organización social (Sears, 2002).

En el Golfo de California, el conocimiento de la presencia de la ballena azul es relativamente reciente siendo reportada partir de la década de los 80 (Leatherwood y Reeves, 1983) y se sabe que su movimiento migratorio anual es, por lo menos, entre esta zona y las costas de California (Calambokidis *et al.*, 1990). Además, se ha reconocido como sitio de crianza de la especie (Gendron, 2002) y el largo historial de avistamientos, aunado al banco de tejido de los individuos que habitan estacionalmente este sitio, ha hecho posible iniciar ahora estudios de organización social.

Considerando que la ballena azul es el animal más grande del planeta y que lleva a cabo largas migraciones, su ámbito hogareño resulta difícilmente medible, por lo tanto desconocido y probablemente mayor al de los odontocetos. Por lo que este trabajo se enfocó a describir las asociaciones entre individuos desde una escala que no es medible de forma inmediata como se ha hecho con otros mysticetos, sino a través de una exploración tanto de asociaciones observadas directamente en campo como a través de diferentes escalas de tiempo y espacio.

La importancia del estudio de la organización social en una zona crítica para el reclutamiento de nuevos individuos permitió explorar patrones del uso del hábitat a través de las asociaciones registradas, describiendo tiempos, espacios y la organización de los individuos para distribuirse el recurso. Los resultados encontrados en este trabajo aportan bases para la consecución de una de las acciones propuestas por el Plan de Recuperación y Conservación para la ballena azul (Reeves *et al.*, 1998) sobre la identificación y protección de hábitats esenciales o críticos para la supervivencia y recuperación de la especie.

Este primer esfuerzo de descripción de la organización social de esta especie en una región de crianza, nos revela que las ballenas azules no son solitarias y que presentan diferentes tipos de asociación entre los cuales se pueden encontrar pares, tríos, grupos con más de tres individuos, además de la existencia de individuos clave o núcleo dentro de la población, que cumplen una función de cohesión de los grupos, situación no descrita para la especie.

2. ANTECEDENTES

En el estudio de asociaciones en cetáceos se han utilizado diversos índices de acuerdo a los objetivos particulares y a la especie de interés. De esta forma, un grupo o una asociación se define en función de: 1) el período de tiempo que transcurre entre foto-recapturas de los individuos; 2) la distancia entre los animales que aparecen dentro del rango visual del observador; ó 3) el comportamiento en superficie de los individuos observados. La aplicación de los criterios mencionados obedece a diferencias muy marcadas en la organización social de cada especie.

Al respecto, se mencionan a continuación algunos trabajos por su contribución al conocimiento de la estructura social de ciertas especies, aunado al tipo de índices matemáticos y software especializados que se usaron junto con la foto-identificación de los individuos para la evaluación de estas asociaciones.

Mediante tablas de contingencia (presencia-ausencia) y la relación genética entre las orcas residentes (*Orcinus orca*) foto-identificadas en la zona entre Washington y Alaska, Bigg y sus colaboradores (1990), estudiaron la organización social y la genealogía de esta especie. Posteriormente, Baird y Whitehead (2000) midieron la estabilidad grupal y los patrones de dispersión de orcas transeúntes carnívoras en Vancouver, Canadá. Ellos encontraron nueve pods entre los cuales se dieron asociaciones no aleatorias e incluso asociaciones de individuos que pasaron entre el 90 y 100% del tiempo juntos. La organización social de las orcas residentes piscívoras estuvo caracterizada por la presencia de grupos grandes, al contrario de lo que sucede con las orcas transeúntes, que consumen mamíferos marinos. Estas últimas maximizan el consumo de energía *per capita* cazando en grupos de tres individuos en promedio.

Entre las especies de odontocetos más estudiadas se encuentra el tursión (*Tursiops truncatus*). En poblaciones que habitan las aguas de Florida y Australia se ha observado que su organización social se caracteriza por patrones de asociación fluidos, con pocos lazos fuertes, recordando el tipo fusión-fisión (Quintana-Rizzo y Wells, 2001; Chilvers y Corkeron, 2002). Sin embargo, Bejder y colaboradores (1998) describieron una población pequeña y cerrada de tursiones donde todos los miembros mostraron asociaciones cercanas; relacionando tales grados de estabilidad con la particularidad de que esta población habita un fiordo de baja productividad (Lusseau *et al.*, 2003). Las diferencias encontradas en cuanto a la organización social dependen entre otras cosas del hábitat del que hacen uso, ya que en los trabajos realizados en Florida y en Australia, se realizaron en lugares de extensión abierta de 67 y 150 km² respectivamente. Esto significa que las poblaciones recurren a estrategias diferentes para la búsqueda de alimento y se ve traducido en su organización social.

También se ha observado que los machos de tursión tienden a formar alianzas de largo plazo y que las alianzas más duraderas y fuertes son las conformadas por parientes (Krützen *et al.*, 2003; Parsons *et al.*, 2003). Por otro lado, se han encontrado diferencias en el tipo de asociaciones y fidelidad al sitio entre los ecotipos de tursiones costeros y oceánicos (Rossbach y Herzing, 1999).

Estudiando la organización social de la ballena nariz de botella (*Hyperoodon ampullatus*) se comprobó que el hábito de buceo profundo no necesariamente juega un papel importante en la evolución de lazos a largo plazo entre las hembras de esta especie. En general, la organización social de esta especie es parecida a la de los tursiones con una mayor frecuencia de asociaciones entre clases del mismo sexo y/o edad (Gowans *et al.*, 2001).

Con una población de delfines comunes (*Delphinus delphis*), Bruno *et al.* (2001) describieron una organización tipo fusión-fisión, anotando que era similar a lo reportado para los tursiones.

En cuanto a la organización social del cachalote (*Physeter macrocephalus*), se ha estudiado el tamaño, la variabilidad y la estabilidad de los grupos llamados "unidades sociales" de hembras con crías alrededor de las islas Galápagos (Whitehead *et al.*, 1991; Whitehead, 1995; Christal *et al.*, 1998). Estas investigaciones, entre otras, han contribuido ampliamente al conocimiento de estas unidades sociales de hembras y jóvenes en aguas tropicales y subtropicales y cuya función es proporcionar un sistema cooperativo en el que las hembras no lactantes cuidan las crías mientras sus madres se alimentan. Por otro lado, se ha encontrado que los machos se agregan en diferentes partes del mundo y tienen una organización social diferente a la de las hembras (Letteval *et al.*, 2002).

En contraste, los estudios sobre misticetos son muy generales a excepción del caso de la ballena jorobada (Clapham, 1996), la especie de ballena barbada más estudiada en el mundo. Weinrich y Kuhlberg (1991) encontraron que en una zona de alimentación, las ballenas están bien organizadas aún formando asociaciones de corto plazo. Estos autores describen que las hembras adultas son más sociables que los machos, asociándose las primeras con individuos de distinto sexo y distinta clase de edad, no así para los machos quienes mostraron una preferencia para asociarse con hembras ya sea en pares o tríos.

Vashro y DenDanto (2001) analizaron las asociaciones, el sexo y la estructura social de rorcuales comunes encontrando que existe una tendencia de los machos a asociarse en grandes grupos. Sin embargo, los autores no reportan el uso particular de un índice de asociación e hicieron las observaciones conductuales *in situ*.

En cuanto a la ballena azul, Sears y sus colaboradores (2001) describieron la estructura de 288 pares de ballena azul en las zonas de alimentación del Atlántico Norte.

Con base al conocimiento del sexo de los individuos formando pares; ambos sexo conocidos, un sexo conocido y ambos con sexo desconocido, estos autores describen que en 66% de los casos, las hembras fungiendo como líder de la pareja.

Ballena azul en México

Con fines de manejo, en el Pacífico Norte, la Comisión Ballenera Internacional, considera a las ballenas azules del Pacífico Norte como un solo stock (Donovan, 1991). Sin embargo, recientemente se han definido cinco subpoblaciones (Clapham *et al.*, 1999), con base en los patrones de distribución históricos y actuales: California/México, la región este del Golfo de Alaska, las Islas Aleutianas, el Norte de Japón/islas Kuriles/península de Kamchatka, y Sur de Japón.

Las ballenas azules que ocurren durante el invierno en las aguas de la Península de Baja California, y particularmente en el Golfo de California, en donde se alimentan y realizan actividades relacionadas con la crianza, corresponden a la subpoblación California/México. A este grupo de ballenas azules se les ha dado un seguimiento a través de su foto-identificación desde 1993 (Gendron, 2002).

La distribución y el movimiento de la ballena azul en las aguas de la Península de Baja California han sido estudiados mediante varios censos aéreos y marítimos (Gendron, 2002). Se ha encontrado que la distribución de hembras con cría es más costera que la que presentan los individuos sin crías (Zavala-Hernández, 1996; Gendron, 2002). Asimismo, se ha observado que los individuos de ballena azul se localizan en ciertas zonas donde abundan los recursos alimenticios para esta especie (Gendron, 1990; Croll *et al.*, 1998) y que se alimentan primeramente del eufaúsido más abundante, *Nyctiphanes simplex* (Del Ángel-Rodríguez, 1997; Mejía-Acosta, 2003). A la fecha, se cuenta con información sobre la proporción de sexos (Gendron y Mesnick, 2001), así como de la identidad genética mediante análisis del ADN mitocondrial (Enríquez-Paredes, 2005).

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Describir los patrones de asociación entre individuos de ballena azul en el suroeste del Golfo de California, México.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explorar y definir los criterios útiles para determinar el tipo de asociaciones que existen entre individuos de ballena azul foto-identificados en el Golfo de California.
- Describir las asociaciones directas y su estabilidad relacionada con la escala temporal y espacial.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de California es un mar marginal de aproximadamente 1000 km de largo y 200 km de ancho (Rusnack *et al.*, 1964). Se encuentra geográficamente entre las latitudes 23° y 31° N y las longitudes 107° y 115° N (Roden, 1964), limitado al oeste por las sierras de Baja California (San Pedro Mártir, San Borja, La Giganta, La Victoria) que corren casi ininterrumpidamente a lo largo de toda la Península de Baja California. (Roden, 1964). Dos sistemas de corrientes son los responsables de que su clima sea más continental que oceánico: el sistema ecuatorial y el sistema de giro anticiclónico del Pacífico Norte (Baumgartner y Christensen, 1985). Las características de mar marginal rodeado por una elevada topografía, y el ser una zona de transición tropical-subtropical, resulta en un ambiente atmosférico y oceanográfico complejo, con variaciones intraanuales intensas en los procesos físicos y biológicos (Lluch-Cota, 2000).

El viento muestra dos direcciones predominantes en el transcurso del año: en el verano predominan los vientos del sureste y del este con intensidades de moderado a débil; en tanto que en invierno, los vientos del noroeste y del norte son los dominantes, con intensidades de moderado a fuerte (Lavín *et al.*, 1997).

Los niveles de alta productividad en el Golfo resultan de un transporte eficiente de nutrientes desde una picnoclina somera hacia la zona eufótica. Este enriquecimiento se lleva a cabo principalmente por dos procesos: un sistema de mezcla vertical permanente causado por la construcción de las corrientes de marea en la región de las grandes islas y por surgencias costeras causadas por el viento a lo largo de todo el año pero principalmente en invierno (Lluch-Cota, 2000).

Algunos modelos de circulación superficial del mar han mostrado un flujo entrante y otro saliente, intensificados a lo largo de las costas, con una circulación anticiclónica durante el

invierno, y una ciclónica durante el verano. Este patrón también ha sido reconocido a través de patrones termales de la superficie (Badan-Dangon *et al.*, 1985) y de cálculos geostróficos (Lavín *et al.*, 1997).

Las masas de agua que se encuentran dentro del Golfo de California han sido clasificadas como sigue (Lavín *et al.*, 1997):

* Agua Profunda del Pacífico (APP).- Desde el fondo hasta aproximadamente 1200 m de profundidad ($S > 34.5$ ups y $T < 4^{\circ}\text{C}$). Esta masa ocupa el 41% del Golfo de California.

* Agua Intermedia del Pacífico (AIP).- Se encuentra por encima del APP, desde los 1200 m hasta los 500 m aproximadamente ($34.5 \leq S \leq 34.8$ ups y $4 \leq T \leq 9^{\circ}\text{C}$); ocupando un 33% del volumen del Golfo.

* Agua Subsuperficial Subtropical (ASsST).- El límite inferior de ésta se encuentra a los 500 m aproximadamente, y tiene una variación estacional. El límite superior está definido por los límites de salinidad y temperatura y se encuentra aproximadamente a los 150 m de profundidad ($34.5 \leq S \leq 35$ ups y $9 \leq T \leq 18^{\circ}\text{C}$).

* Agua Superficial Ecuatorial (ASE).- Se encuentra por encima de los 150 m. La extensión de esta masa hacia el interior del golfo es estacional, con su máxima intrusión en verano y la máxima retracción en invierno ($S > 35$ ups y $T \geq 18^{\circ}\text{C}$).

* Agua del Golfo de California (AGC).- También es un agua superficial, situada en los 150 m superiores. Se forma para la mezcla de aguas en la zona de las grandes islas con el agua del límite norte del Golfo la cual es muy caliente y salada ($S \geq 35$ ups y $T \geq 12^{\circ}\text{C}$).

Regionalización del área de estudio.

Con base en los avistamientos de ballenas azules realizados entre 1993 y 2003 en el suroeste del Golfo de California al sur de la ciudad de Loreto B.C.S. (Figura 1a) se delimitaron cinco zonas cercanas a la costa (Figura 1b):

- A. Loreto (Loreto). Abarca el Parque Nacional Bahía de Loreto (SEMARNAP, 2000).
- B. San José (SJosé). Esta zona incluye el canal San José y alrededores. El canal es angosto y profundo formado por la proximidad de la isla hacia la línea de costa.

- C. Bahía de La Paz (Bpaz). Este es el cuerpo de agua protegido más grande del Golfo de California en su litoral occidental. En cuanto a batimetría, presenta profundidades muy variables: en su porción sur es un cuerpo de agua relativamente somero y de pendiente suave, y su profundidad aumenta hacia el norte, presentando un cauce a partir de los 200 m de profundidad que desemboca en una depresión llamada "Alfonso" con 400 m de profundidad máxima registrada (Cruz-Orozco *et al.*, 1989 citado en De-Silva-Dávila, 1997).
- D. Cerralvo (Cerralvo). Esta zona incluye el Canal de Cerralvo y los alrededores de la isla. En cuanto a batimetría, el Canal Cerralvo tiene una profundidad aproximada de 800 m. El lado este de la isla tiene una mínima plataforma continental y muy cerca de sus costas pasa la isobata de los 500 y 1,000 m de profundidad. Esta profundidad se va haciendo mayor hacia mar adentro donde empieza la cuenca "Pescadero" de 3,000 m de profundidad (Lavín *et al.*, 1997).
- E. Boca (Boca). Llamada así por ser aledaña a las otras, sin referirse a la Boca del Golfo de California. Tiene la particularidad de tener una mayor profundidad y estar más alejada de la costa (línea discontinua en figura 1b). Esta zona se introduce en tres cuencas cuya profundidad máxima disminuye hacia adentro del Golfo: Cuenca Pescadero (3,000 m), Cuenca Farallón (3,000 m), y Cuenca Carmen (2000 m) (Lavín *et al.*, 1997).

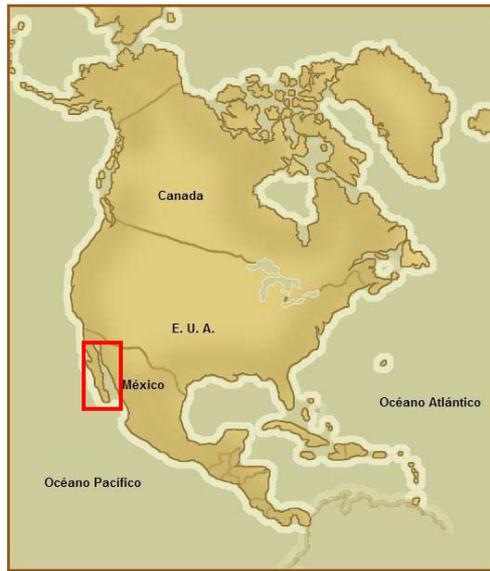


Figura 1a. Localización del Golfo de California en México

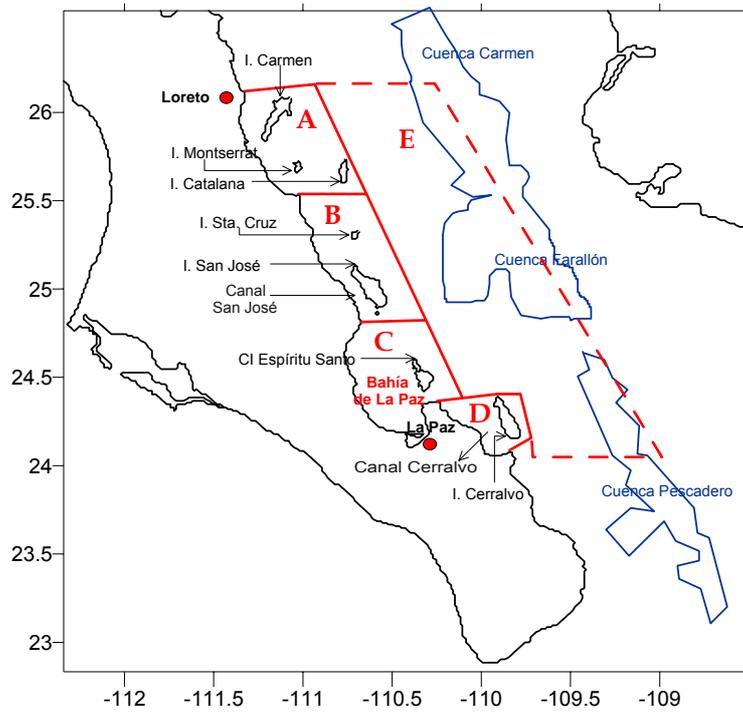


Figura 1b. Regionalización del área de estudio.

5. METODOLOGÍA

5.1. Trabajo de campo

Las salidas al mar se realizaron como parte de los proyectos que se han desarrollado entre 1993 y 2004 en el Laboratorio de Ecología de Mamíferos Marinos del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN).

Durante las temporadas de invierno-primavera se utilizaron pangas de 7 m de eslora con motor fuera de borda (CICIMAR XX, III, IV) y una lancha de 9 m de eslora con motor diesel (CICIMAR XV). Además se realizaron varias salidas especiales con embarcaciones mayores y panga al mismo tiempo (Amigo, BIP II, Don Cano IV, y Garota).

Se hicieron recorridos no sistemáticos navegando a una velocidad aproximada de 10 nudos durante 30-40 minutos en busca de ballenas azules, haciendo además paradas específicas de observación de 10 minutos de duración. Durante la navegación, así como en cada una de las paradas de observación, se registraron la fecha, la hora, la posición geográfica obtenida de un GPS, y las condiciones del ambiente en ese momento (nubosidad, viento, estado del mar en la escala de Beaufort).

En el momento de avistar una ballena, nos acercábamos con el fin de tomar fotografías de ambos costados del individuo y de la aleta caudal cuando fue mostrada. Para ello se empleó una cámara reflex de 35 mm con un lente zoom de 80-300 mm cargada con película blanco y negro ISO 400. Estas fotografías fueron utilizadas para el proceso de foto-identificación siguiendo los criterios propuestos por Sears y colaboradores (1990). De manera simultánea se registraron la hora, la posición geográfica, el número de individuos, las asociaciones intra- e inter-específicas, los tiempos de buceo, y el registro del comportamiento cuando fue notoria la actividad.

Una vez tomadas las fotografías y cuando fue posible, se procedió a obtener biopsias de piel y grasa mediante una flecha diseñada para tal fin disparada por una ballesta, y a recolectar piel descamada por medio de una red de mano (Gendron, 2002); tejidos destinados para los estudios genéticos y bioquímicos que se realizan de forma paralela a los de foto-identificación. La determinación de sexo para categorizar hembras sin cría, machos y crías fue realizada por medio de análisis molecular de la piel en el laboratorio de Ecología Molecular de la Universidad Autónoma de Baja California, en Ensenada, Baja California, por el Dr. Luis Enríquez-Paredes.

5.2. Foto-identificación

Después de pasar por el proceso de revelado, se seleccionaron las mejores fotografías en función de su calidad. Esta evaluación de calidad se basa en la porción del cuerpo fotografiada, siendo la mejor aquella que está bien enfocada y muestra la aleta dorsal completa y las fracciones anterior y posterior del cuerpo del animal (lomo), en ángulo perpendicular a la cámara fotográfica (Figura 2). Una vez impresas las mejores fotografías, se realizó una primera comparación intra-anual, para diferenciar a los individuos. Teniendo a los animales individualizados, las fotografías se sometieron a comparación con el catálogo de fotografías de ballenas azules de Baja California del CICIMAR (1993 -2003) las cuales están clasificadas de acuerdo al tipo de aleta en ocho categorías (González-Moreno, 2004): ganchuda, anzuelo, triangular-anzuelo, triangular, levantada, mocha, marcada y no determinada. Usando la forma de la aleta como primer criterio de clasificación, el patrón de pigmentación del individuo fue comparado con el resto de los registros fotográficos para individualizarlos e identificar las recapturas. Este proceso de comparación intra-anual y con el catálogo fue realizado independientemente y cada vez por tres personas con el fin de reducir errores de omisión en la foto-identificación.

Después se actualizó la base de datos, que contiene los siguientes campos: Número de identificación de cada ballena (ID), recaptura, tipo de aleta, calidad de las fotografías, sexo,

presencia de cría, asociaciones, posición geográfica, área general y particular del avistamiento, fecha, número de rollo y observaciones.

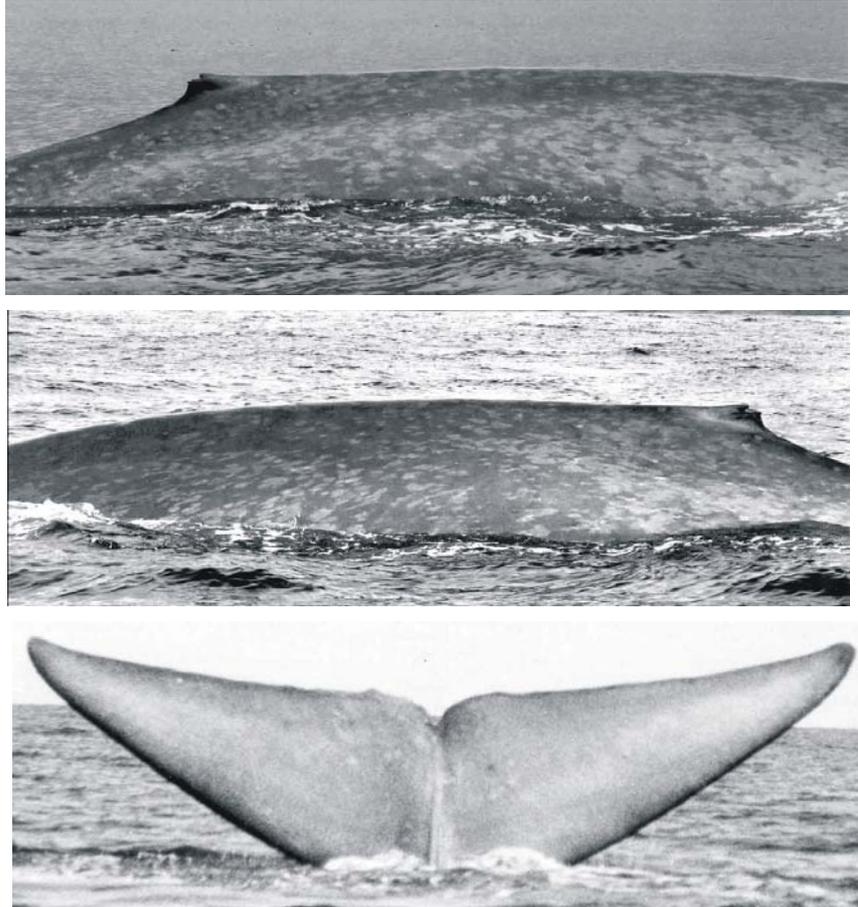


Figura 2. Ejemplo de fotografías utilizadas en la foto-identificación.

5.3 Determinación de los criterios de asociación

5.3.1 Criterio: Individuos solitarios

Para encontrar a los individuos solitarios, se creó un índice de individualidad, el cual indica el porcentaje de los avistamientos en que los individuos se han visto solos respecto al total de sus avistamientos:

$$II = \frac{As}{AT} \times 100$$

Donde: II = Es el índice de individualidad

As = Es el número de avistamientos en que el individuo A se avistó solo.

AT = Es el número total de avistamientos del individuo A .

Se prestó mayor atención a aquellos individuos que obtuvieron un $II=100\%$, ya que los demás fueron considerados como solitarios algunas veces pero con otro tipo de asociación que sería tratada posteriormente.

5.3.2 Criterio: Asociación directa.

Se consideró como asociación directa aquella en la que se registraron y fotografiaron varios individuos en un mismo avistamiento. Los registros iniciales de la base de datos muestran cinco asociaciones directas además de los animales avistados como solitarios: pares, tríos, hembras con cría (C/c), terceros (3rd), y grupos con más de tres individuos (>3). Estos registros se analizaron por separado a partir de filtros aplicados a la base original.

5.3.3 Criterio: Asociación no directa.

5.3.3.1 Individuos núcleo.

Con base en los registros de asociaciones directas de la base de datos del catálogo, se desarrollaron programas en lenguaje Matlab (Apéndices 1.1 al 1.5) para analizar características de los individuos tales como: el número de foto-recaptura, el número de asociaciones, el número de años de registro en la zona, y fusiones de acuerdo al número de miembros comunes en dos o varios grupos. Estos programas ayudaron a identificar tres criterios que permitieron posteriormente seleccionar individuos núcleo y analizar los grupos constituidos por ellos:

- Individuos con un mínimo de cinco foto-recapturas.
- Individuos con diez o más asociaciones con otros individuos.
- Individuos con un mínimo de cinco años de registro en la zona, esto es, aquellos individuos que se han fotografiado en la zona más de cinco veces en años diferentes.

Los criterios anteriores fueron considerados para toda la zona y periodo de estudio. Se destacó un tipo de individuo que cumplió los tres criterios, al que se le denominó “individuo núcleo”. Este individuo núcleo junto con sus asociados, formó un tipo de grupo al que se le llamó “grupo núcleo”.

Fusiones entre grupos núcleo.

Para explorar si los grupos constituidos por los individuos núcleo y sus asociados podían estar más relacionados, se revisaron los grupos siguiendo el siguiente silogismo:

“Si A es asociado de B,
y B es asociado de C;
entonces A es asociado de C”

A través de un programa en Matlab llamado “Fusiones” (Apéndice 1.5) que contabiliza el número de intersecciones (individuos en común) entre grupos, se construyeron nuevos grupos teniendo como criterio de unión el tener tres o más asociados en común.

5.3.3.2 Criterio: Patrones de asociación temporal y espacial.

Uno de los objetivos de este trabajo fue investigar si existen asociaciones que no son apreciables ni medibles *in situ*; es decir, se buscó algún patrón de asociación que se manifestaría en una escala de tiempo y espacio diferente a la inmediata. Para lograr lo anterior, se aplicaron a la base de datos filtros por año, por mes, por zona y por individuo, y se obtuvieron nuevas bases que fueron analizadas con programas desarrollados especialmente para este efecto (Apéndice 1).

A partir de una matriz de presencia-ausencia anual tomando en cuenta todo el periodo de muestreo, se corrió un programa (Distancia Euclidiana, Método de Ward; Apéndice 1.6) para encontrar grupos que compartieran las mismas características de presencia-ausencia en la zona de estudio. Se seleccionaron aquellos grupos que fueran significativos ya sea por el número de individuos involucrados o por el patrón que mostrarían. Los grupos que tuvieran muy pocos individuos o que no mostrarían un patrón interesante no se tomaron en cuenta. El procedimiento anterior se siguió de la misma manera para analizar la asociación mensual (estacionalidad) y la asociación espacial (regional).

5.3.3.3 Segregación temporal y espacial por sexos.

Con el fin de verificar la existencia de un patrón diferencial de uso del área relacionado con el sexo de los individuos, los avistamientos por sexo y grupo de edad fueron ubicados en mapas de la zona por tiempo y espacio. El análisis de las hembras con cría se hizo por separado, graficando primero aquellas hembras cuyas crías que no han sido foto-recapturada. Después, se seleccionaron las crías que han sido foto-recapturadas en años posteriores al del nacimiento y se graficaron por separado para analizar cada caso. Todas las asociaciones encontradas fueron complementadas con información del sexo y del historial de registro de cada individuo.

6. RESULTADOS

6.1 Base de datos y foto-identificación

Esfuerzo.

Durante el periodo de muestreo, se llevó a cabo un esfuerzo de búsqueda de 207 horas anuales en promedio (DE = 61 horas). La región suroeste del Golfo de California donde se realizó el estudio, se subdividió en 5 zonas de las cuales la dos más sureñas Cerralvo y Boca tuvieron poco esfuerzo por su lejanía a la costa (Tabla 1). Las salidas al campo tuvieron una duración promedio de tres días (Figura 3).

Tabla 1. Esfuerzo de navegación en el suroeste del Golfo de California 1993-2003.

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Esfuerzo total (horas)	194.8	192.1	190.1	207.7	133.4	136.4	232.4	223.7	284	237	244
Loreto	18.4	17.5	9.3	82	0	66.1	106.3	20.9	42.1	18.8	141.9
San José	37.4	30	9.3	10.1	64.4	25.8	43.5	68.4	176	62.4	42.2
Bahía de la Paz	111.0	144.6	171.5	115.6	69	35.5	72.3	118	66	114	35.4
Cerralvo	28.0	0	0	0	0	9	3.8	4.9	0	0	24.5
Boca	0.0	0	0	0	0	0	6.5	11.5	0	41.8	0

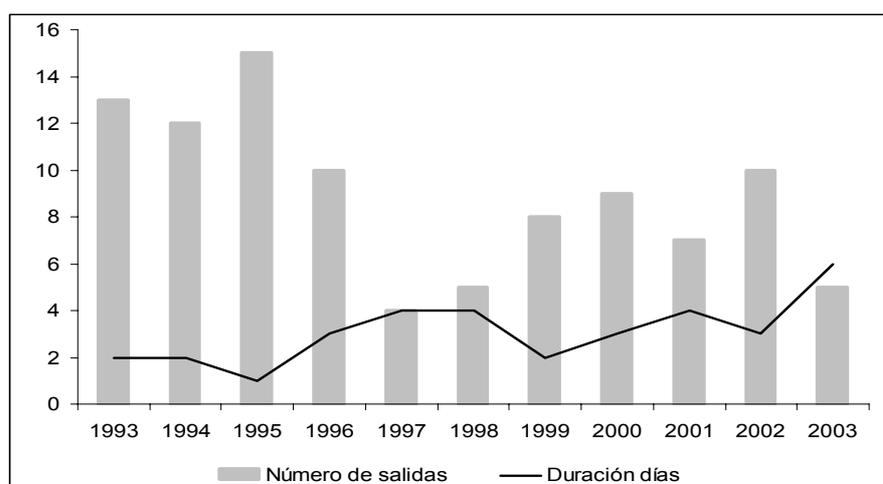


Figura 3. Número de salidas y duración de las mismas en promedio (días) para cada año.

El esfuerzo aplicado a Loreto y San José fue similar, mientras que en la zona de la Bahía de La Paz, el esfuerzo fue significativamente mayor ($F_{(4,50)} = 11.02$, $p < 0.05$). Se realizó una correlación con el fin de verificar si el esfuerzo en horas presentaba relación directa con el número de asociaciones registradas. No existe relación entre las horas dedicadas a la búsqueda y las asociaciones registradas (Spearman, $R = -0.081$, $p = 0.95$).

Foto-identificación

Anualmente, se fotografiaron un promedio de 63 individuos (DE = 25 individuos), de los cuales el 38% (DE= 16 individuos) corresponde a individuos previamente foto-identificados (Tabla 2).

Tabla 2. Número de individuos foto-identificados durante el periodo de muestreo

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Total individuos /año	15	76	65	74	85	64	107	36	73	62	34
Individuos recapturados	7	21	30	29	30	26	55	13	15	25	16
Individuos nuevos	8	55	35	45	55	38	52	23	58	37	18

A la fecha del presente trabajo, el catálogo fotográfico cuenta con un total de 409 individuos. La determinación del sexo se obtuvo en un 38% de los individuos avistados (Figura 4).

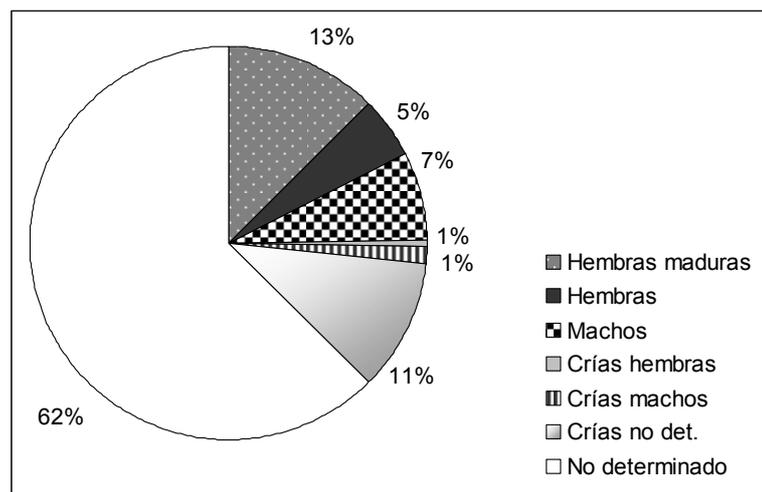


Figura 4. Estructura por sexo y grupo de edades de ballenas azules foto-identificadas en el suroeste de Golfo de California.

6.2 Criterios de asociación

6.2.1 Individuos solitarios

Con el fin de no interferir en la correcta descripción de los solitarios, se descartaron del análisis aquellos individuos que en la base de datos se fotografiaron una sola vez y como solitarios, quedando entonces 87 registros de individuos solitarios avistados dos o más veces (Apéndice 5). De éstos se conoce el sexo de 67 individuos, 44 hembras (51%) y 23 machos (26%). Al analizar el historial de cada uno, se encontraron por un lado, 12 individuos (14%) que siempre se registraron solos; sin embargo, comparándolos contra las 192 asociaciones observadas, el porcentaje de los individuos que siempre se registraron solos se reduce al 6%. Por otro lado, se registraron 75 individuos (86%) que, además de haberse avistado como solitario alguna vez, también se registraron con otros individuos formando algún tipo de asociación (Tabla 3).

Tabla 3. Número de individuos de ballena azul solitarios en relación al índice de individualidad (II, el cual indica en qué porcentaje se registraron los individuos como solitarios y qué porcentaje fue en asociación con otros)

II	Número de ballenas
1 – 25 %	7
26 – 50 %	49
51 – 75 %	18
76 – 99 %	1
100 %	12
TOTAL	87

De estos individuos, tanto solitarios como asociados no presentaron tendencia hacia algún tipo de asociación en especial, aunque los pares estuvieron mejor representados (39%), seguidos de los grupos de más de tres individuos (24%) y los tríos (19%).

6.2.2 Asociaciones directas

Hembras con cría

En total se cuantificaron 48 hembras acompañadas de una cría (Apéndice 2), de las cuales seis han tenido dos o más crías durante el estudio (Tabla 4):

Tabla 4. Detalle de hembras de ballena azul identificada (ID) con dos o más crías identificadas (ID) en el suroeste del Golfo de California

Número de ID Hembra	Número de crías	Número de ID Crías	Año de nacimiento	Sexo
119	2	20	1991	H
		70	1994	-
124	3	191	1997	M
		306	2000	-
		415	2003	-
131	2	176	1997	H
		418	2003	M
171	2	293	1999	M
		421	2003	-
250	2	309	2000	-
		376	2002	M
298	2	299	2000	H
		416	2003	-

Se encontraron ocho crías que fueron re-capturadas en años posteriores al de su nacimiento. En la tabla 5 se muestran las características de estos individuos y el tipo de asociación que presentaron. Por el número de registros limitado, no pudo apreciarse algún patrón de asociación definido. Se observan dos individuos que año formaron pares con individuos adultos macho y hembra (#142, y #65). Asimismo, se han registrado individuos que entre los dos y cinco años de edad están solos, pero a partir de los cinco fueron avistados formando pares, grupos con más de tres individuos, o como terceros de una hembra con cría.

Tabla 5. Tipo de asociaciones de crías de ballena azul identificadas (ID) y foto-recapturadas en el suroeste de Golfo de California.

Número de ID Cría	Sexo	Edad en el año de Foto-recaptura	Tipo asociación	Número de ID asociación
20	H	8	3rd	hembra/cría (171 / 293)

67	M	5	Solitario	-
		7	Par	359 (Sexo no det.)
78	-	5	Solitario	-
		7	3rd	hembra/cría (250 / 376)
144	-	3	Solitario	-
166	-	1	Par	142 (M)
		6	>3	-
240	M	1	Par	65 (H)
		4	Solitario	-
		5	3rd	hembra/cría (131 / 418)
299	H	3	Solitario	-
300	-	2	Solitario	-

Tercer individuo (3rd)

Se contaron trece individuos que fungieron como terceros. Se conoce el sexo de siete (53%) de ellos: cinco hembras (38%) y dos machos (15%) (Tabla 6). Como se menciona arriba, de estos trece individuos reconocidos como terceros, tres fueron identificados previamente como crías.

Tabla 6. Tercer individuo acompañando a hembras con cría. Aquellos individuos previamente identificados como crías se indican con asterisco.

Número de ID	Sexo	Hembra	Cría
6	H	19	20
20*	H	171	293
35	H	6	78
46	H	54	55
119	H	232	233

142	M	166	165
240*	M	131	418
56	-	57	58
64	-	54	55
68	-	66	67
78*	-	250	376
192	-	124	191
301	-	184	300

Pares

Se registraron un total de 75 pares (Apéndice 3). En cuanto a la determinación de sexo de estos individuos, se dieron las siguientes combinaciones: Sexo no determinado (9 pares); ambos sexos determinados (16 pares de hembras, 3 pares de machos y 11 pares mixtos); y un solo sexo determinado (35 pares, de los cuales en 22 el individuo de sexo conocido era hembra y en 13 el individuo fue macho) (Figura 5). No se registró la posición delantera o líder de los pares.

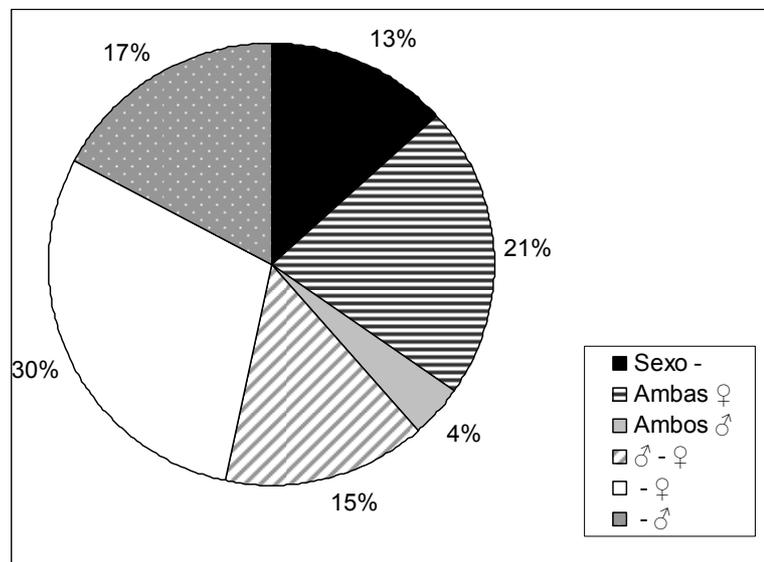


Figura 5. Constitución de los pares de ballenas azules fotografiados en el suroeste del Golfo de California

Tríos

Se encontraron 24 tríos (Apéndice 4), de los cuales el 17% no cuenta con el sexo determinado de ninguno de sus integrantes. El 83% restante estuvo dividido en las siguientes categorías: 25% cuenta con el sexo determinado de un integrante; 21% cuenta con el sexo determinado de dos integrantes; y 37% cuenta con el sexo determinado de los tres individuos. Estos últimos fueron cuatro tríos conformados solo por hembras, dos tríos de machos y tres tríos mixtos (dos tríos de una hembra y dos machos, y uno de dos hembras y un macho).

Grupos de más de tres individuos

Se encontró un total de 25 grupos con más de tres integrantes (Tabla 7). En cuanto a la determinación de sexo, se encontraron tres grupos en donde no se conocía el sexo de ninguno de sus integrantes (12%), tres grupos en los que se conocía el sexo de sólo un integrante (12%) y seis grupos en los que se conocía el sexo de dos de los integrantes (24%). El 52% restante lo constituyeron once grupos en donde se conocía el sexo de tres o más integrantes. Es importante notar que en la composición de estas agrupaciones, al igual que en la mayoría de las otras categorías, predominaron las hembras. Algunos de estos grupos de más de tres individuos incluyeron también crías (Figura 6).

Tabla 7. Número de integrantes en los grupos registrados con más de tres individuos.

Número de grupos	Número de integrantes por grupo
11	4
8	5
2	6
4	9

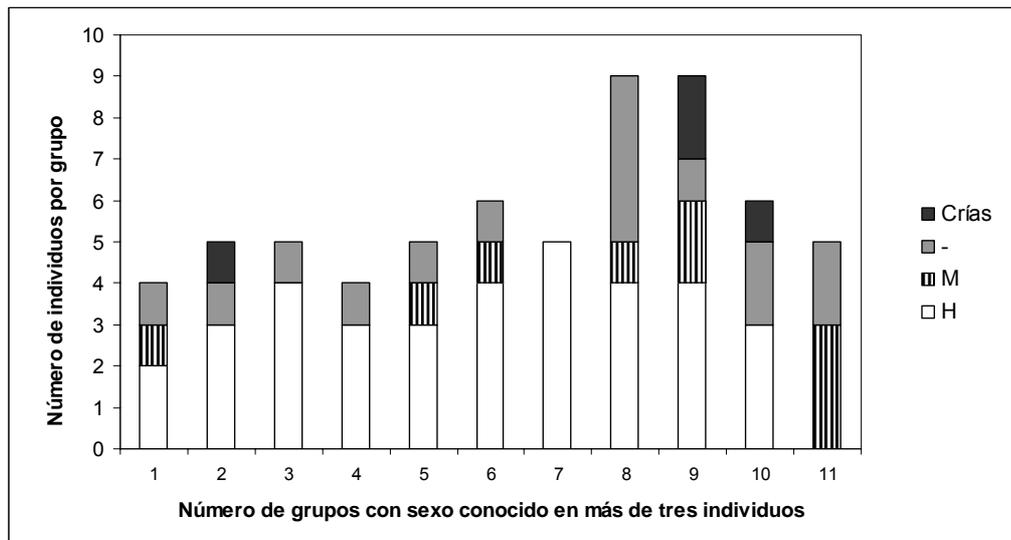


Figura 6. Arreglo de grupos de ballena azul fotografiados con al menos tres individuos sexados, en el suroeste del Golfo de California.

De manera general, se registraron individuos que formaron grupos por un día, dos días e incluso en años diferentes (Tabla 8). Dentro de estos grupos se registraron individuos que se sustraen o se agregan (tipo fisión-fusión). El caso más interesante fue el grupo constituido por nueve individuos (incluyendo dos crías) registrado en la zona de Loreto durante diez días en el año de 1996. Un año después se registró el mismo grupo incluyendo a las crías del año anterior (jóvenes en este nuevo avistamiento) en la zona de San José (Tabla 8).

Asociaciones directas distribuidas por zona

Una vez identificados los tipos de asociaciones directas y su composición sexual, se compararon las asociaciones en cuanto a la zona en la que fueron avistadas (Apéndice 6). En general, se observó una mayor representación de asociaciones en Bahía de La Paz (BPaz), Isla San José (SJosé) y Loreto debido al mayor esfuerzo de observación en estas zonas. Dentro de estas tres zonas BPaz fue la que mostró menos registros en general (ANOVA, $P < 0.05$). El 35% de los avistamientos se realizaron en la zona de Loreto, con grupos de tres (tríos) o más integrantes como los más representados. En cuanto a los solitarios vistos siempre solos, siete individuos (57%) fueron registrados principalmente en dos zonas SJosé y Loreto. También los

pares, las hembras con cría y los terceros fueron las asociaciones más representadas en las zonas de Loreto y SJosé (ANOVA, $P < 0.05$).

Tabla 8. Tabla de grupos de más de tres individuos.

Los cuadros sombreados indican sustracción de individuos al grupo, las celdas encerradas en rojo indican un solo grupo con sus adiciones y sustracciones en cuadros sombreados, las filas de color gris indican el grupo de nueve individuos registrado en Loreto durante diez días en 1996.

AÑO	MES	DIA	ID 1	Sexo	ID 2	Sexo	ID 3	Sexo	ID 4	Sexo	ID 5	Sexo	ID 6	Sexo	ID 7	Sexo	ID 8	Sexo	ID 9	Sexo
90	3	21	3	H	11	-	12	M	13	-	14	-								
91	3	11	7	-	115	-	116	M	117	M										
93	3	17	8	-	24	-	25	-	26	-	27	-								
93	3	17			24	-	25	-	26	-	27	-								
94	3	12	39	-	40	M	41	H	119	H										
94	4	4	60	M	61	-	62	-	63	-										
94	4	13	65	H	73	-	74	H	75	H	76	-								
94	4	13	65	H					75	H	76	-	77	-						
95	3	9	6	H	28	-	41	H	78	-										
96	2	3	41	H	124	H	126	-	127	H	128	H								
96	2	6	124	H			127	H			130	-	131	H						
96	2	7	124	H	126	-			128	H			131	H	133	M				
96	2	7	124	H	126	-			128	H			131	H	133	M				
96	2	24	124	H			127	H			130	H	131	H			134	H		
96	2	25	35	H	49	M	129	H	132	-	136	H	137	-	138	-	140	-		
96	2	26					129	H	132	-	136	H	137	-			140	-		
96	2	26					129	H	132	-			137	-			140	-		
96	3	18	22	H	124	H	129	H	141	-	142	M	143	H	144	-	145	-	146	M
96	3	28	22	H	124	H	129	H	141	-	142	M	143	H	144	-	145	-	146	M
97	2	24	22	H	124	H	129	H	141	-	142	M	143	H	144	-	145	-	146	M
97	3	10	88	-	181	H	182	-			184	H	185	H	194	H				
97	3	10	88	-	181	H	182	-	183	-										
97	3	27	205	-	206	M	207	M	208	M	209	-								
98	3	17	1	H	12	M	183	-	234	-										
102	3	14	166	-	400	-	401	-	402	-										

6.2.3 Asociaciones no directas

6.2.3.1 Individuos núcleo

1) Foto-recapturas

Del historial de todos los individuos (Apéndice 7), el 65% de la población foto-identificada ha sido foto-recapturada una sola vez, el 15% de los individuos cuentan con dos foto-recapturas, el 9% cuentan con tres, el 3% tuvieron cuatro y un 8% tuvieron cinco ó más recapturas. Se escogieron los individuos que tuvieran cinco o más recapturas con el objeto de asegurar que tuvieran también un mayor número de registros de asociación, reflejo de su permanencia en la zona.

2) Asociaciones

De los resultados arrojados por el programa de matlab basado en el historial de todos los individuos, se encontró que el 22% de estos no se registraron con alguna asociación directa, el 75 % formaron de una a nueve asociaciones, y sólo el 3% de los individuos se registró con diez o más asociaciones directas (Apéndice 8). Se seleccionó el criterio de diez o más asociaciones directas porque fue un resultado inesperado, que en primera instancia indicó que existen individuos que se asocian más que otros individuos.

3) Foto recaptura interanual

El número de fotorecapturas interanuales por individuo, medido a través del número de años en que fue fotografiado un individuo, representa una cierta fidelidad a la región suroeste del Golfo de California. El 78% de los individuos de ballena azul foto-identificados fueron avistados sólo un año durante todo el período de muestreo. El resto de los individuos se han re-avistado entre dos y ocho años. Sólo un individuo (la ballena identificada como #119) se registró nueve años, aunque no en años consecutivos. Para declarar una alta fidelidad al sitio se determinó un mínimo de cinco años de foto-recaptura, por lo que sólo 15 individuos se consideraron como altamente fieles a esta región.

Con los criterios mencionados anteriormente se seleccionaron 14 individuos núcleo (Tabla 9), de los cuales 11 son hembras y tres son machos, todos ellos se consideran animales adultos (Tabla 10) por tener un historial de registros mayor a 10 años.

Tabla 9. Datos de los tres criterios por individuos núcleo. En la tabla se observan los individuos núcleo seleccionados que cumplieron con los tres criterios, excepto cinco remarcados en negrilla. Estos cinco individuos fueron considerados por el alto número en las asociaciones que forman con otros individuos, o por la alta frecuencia de foto-recapturas

Foto-recapturas (≥5)		Asociaciones (≥10)	Foto-recaptura interanual (≥5)
ID	Frecuencia	Frecuencia	Frecuencia
1	14	5	6
6	22	11	6
12	9	13	6
35	16	14	8
41	6	11	5
49	7	12	6
65	10	10	3
119	15	13	9
124	27	30	8
129	12	23	4
131	18	13	6
136	6	13	4
142	9	13	5
184	7	12	3

Tabla 10. Sexo y edad de los individuos núcleos de ballena azul. * Edad mínima estimada a partir del primer avistamiento y hasta 2003. ** Edad estimada asumiendo la madurez sexual a 10 años (Lockyer, 1984) y la suma del resto de los años. ¹ Individuo fotografiado en California en 1982 (foto-recapturado en Leatherwood *et al.*, 1988)

Número de ID Individuo núcleo	Sexo	Edad mínima*	Año primer avistamiento
1	H	18	1985
6	H	15	1988
35	H	12	1991
119	H	12	1991
124	H	12**	1996
131	H	12	1991

41	H	9	1994
65	H	9	1994
129	H	7	1996
136	H	7	1996
184	H	6	1997
12	M	13	1990
49	M	9	1994
142 ¹	M	21	1982

Grupos núcleo y su composición sexual.

En asociaciones con los individuos núcleo se encontraron otros individuos los cuales formaron grupos que se denominaron grupos núcleo (Apéndice 9). Estos grupos fueron de constitución variable en cuanto al número de miembros y a su composición sexual. Todos los grupos núcleo tuvieron más de diez individuos, siendo el más grande, el constituido por la ballena núcleo # 124 con 29 miembros (Figura 7). En la figura ocho se observa la proporción H : M para cada grupo, misma que en promedio fue 2.6 : 1.

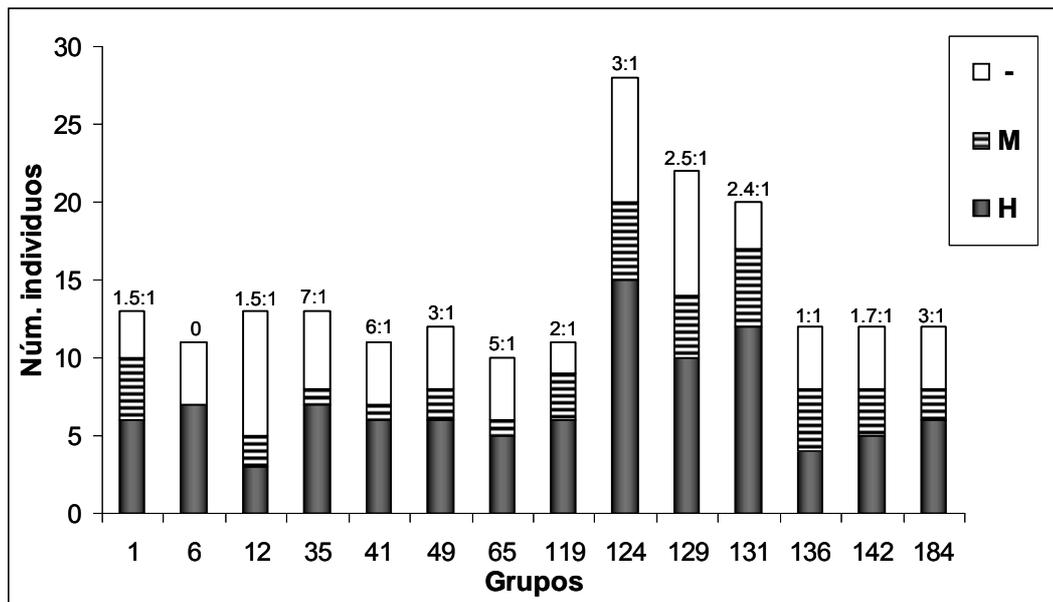


Figura 7. Composición sexual de los grupos núcleo de ballena azul foto-identificados en el suroeste del Golfo de California. Los números arriba de cada barra indican la proporción hembra : macho de cada grupo

Fusiones entre grupos núcleo.

Después de aplicar el programa "Fusiones" (Apéndice 1.5), se observó que los 14 grupos núcleo se fusionaron y formaron cinco grupos según la línea de corte (Figura 8).

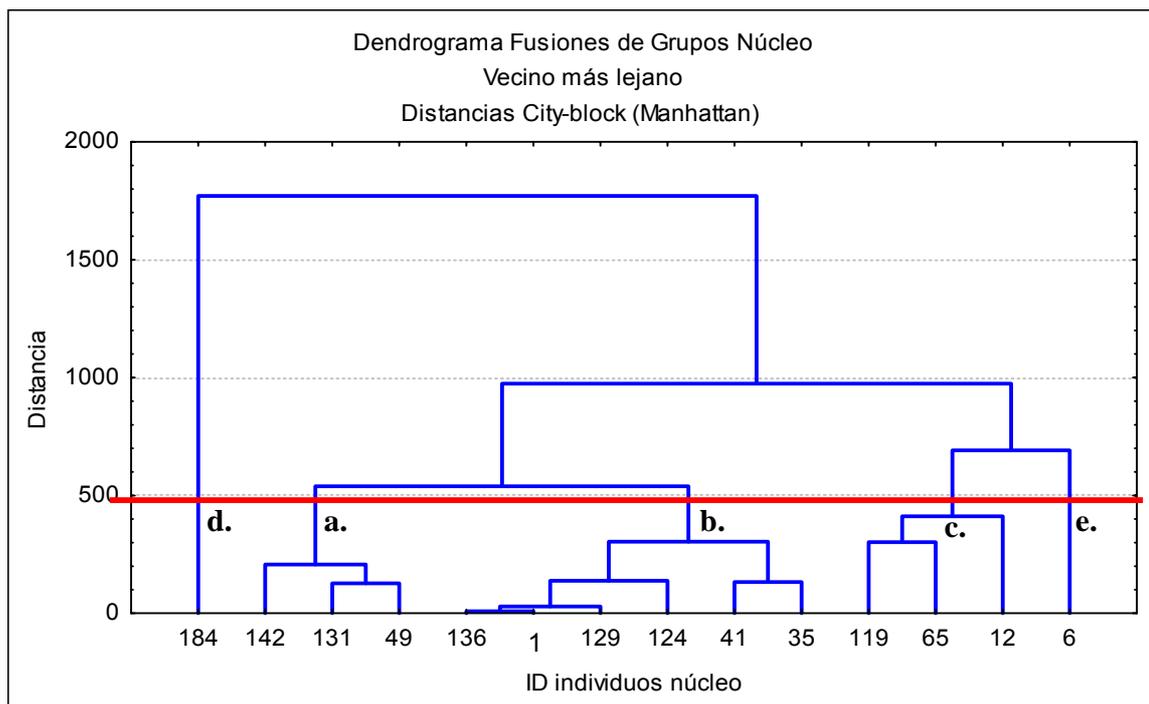


Figura 8. Dendrograma de las fusiones entre los grupos núcleo numerados por el individuo núcleo de ballena azul fotoidentificados en el suroeste del Golfo de California.

Considerando lo encontrado sobre la proporción sexual de los grupos núcleos (Tabla 11), se puede observar que esta proporción no varía entre grupos, notándose además que por cada individuo macho, hay de dos a tres hembras en cada uno de los grupos. El grupo e) conformado por el individuo núcleo número seis no mostró proporción sexual, ya que en su constitución no se registraron machos, solo hembras e individuos con el sexo no determinado.

Tabla 11. Grupos resultantes de la fusión de grupos núcleo.

Grupo	Individuos núcleo	Proporción H : M	Número total de individuos
a.	49, 142 y 131	2 : 1	44
b.	1, 136, 129, 124, 41, 35	3 : 1	99
c.	119, 65, 12	2 : 1	34
d.	184	3 : 1	12
e.	6	0	11

6.2.3.2 Patrón de asociación temporal

Registro anual

En una escala anual, se encontraron 17 grupos (Apéndice 10), constituidos por un promedio de 19 individuos, los cuales fueron analizados para evaluar aquellos más importantes por su número de individuos o por su patrón de registro (Figura 9). Todos los grupos muestran un pico de aparición en algún año determinado, lo que podría asociarse al número de individuos nuevos de ese año; sin embargo, se observa también un conjunto de grupos que han permanecido de alguna manera constantes a través de los años (G4, G8, G9 y G10). Son grupos con pocos individuos, lo que puede dar una pauta de asociación permanente o duradera a lo largo del tiempo. Lo mismo se puede decir de los G1 y G2, aunque en un menor grado. Asimismo, existe el G15, cuyos integrantes se registraron todos en 1997, pero ninguno se volvió a registrar en años posteriores.

Registro mensual

Siguiendo el mismo método que se utilizó para evaluar la escala anual, se encontraron ocho grupos para la escala mensual (Apéndice 10.1). En la figura 10 se muestran los patrones de estos grupos. Estos nos permiten observar el uso constante de la zona suroeste del Golfo de California desde enero hasta abril, ya que los diferentes grupos van teniendo sus picos de aparición durante estos meses. Cabe resaltar el patrón del G2, constituido por trece individuos que permanecen en la zona la mayor parte de la temporada. Dentro de este grupo se encuentran seis individuos núcleo. Existen otros grupos cuya tendencia es bimestral, el G1 con sesenta y ocho individuos (marzo, abril) y el G3 con tres individuos, de los cuales dos son individuos núcleo (febrero, marzo). Finalmente, se observa una tercer tendencia de ser registrado solo un mes, para febrero el G4, para marzo el G8 y para abril el G5, de cuatro, dos y nueve individuos respectivamente. El G7 es un caso especial, ya que solo contó con un solo individuo (ID# 249), un macho cuya presencia se limita al último mes de la temporada, teniendo apariciones escasas de enero a abril. El programa de Matlab agrupa también los ceros presentes en la matriz de datos, tal fue el caso del G6, por lo que no se tomó en cuenta.

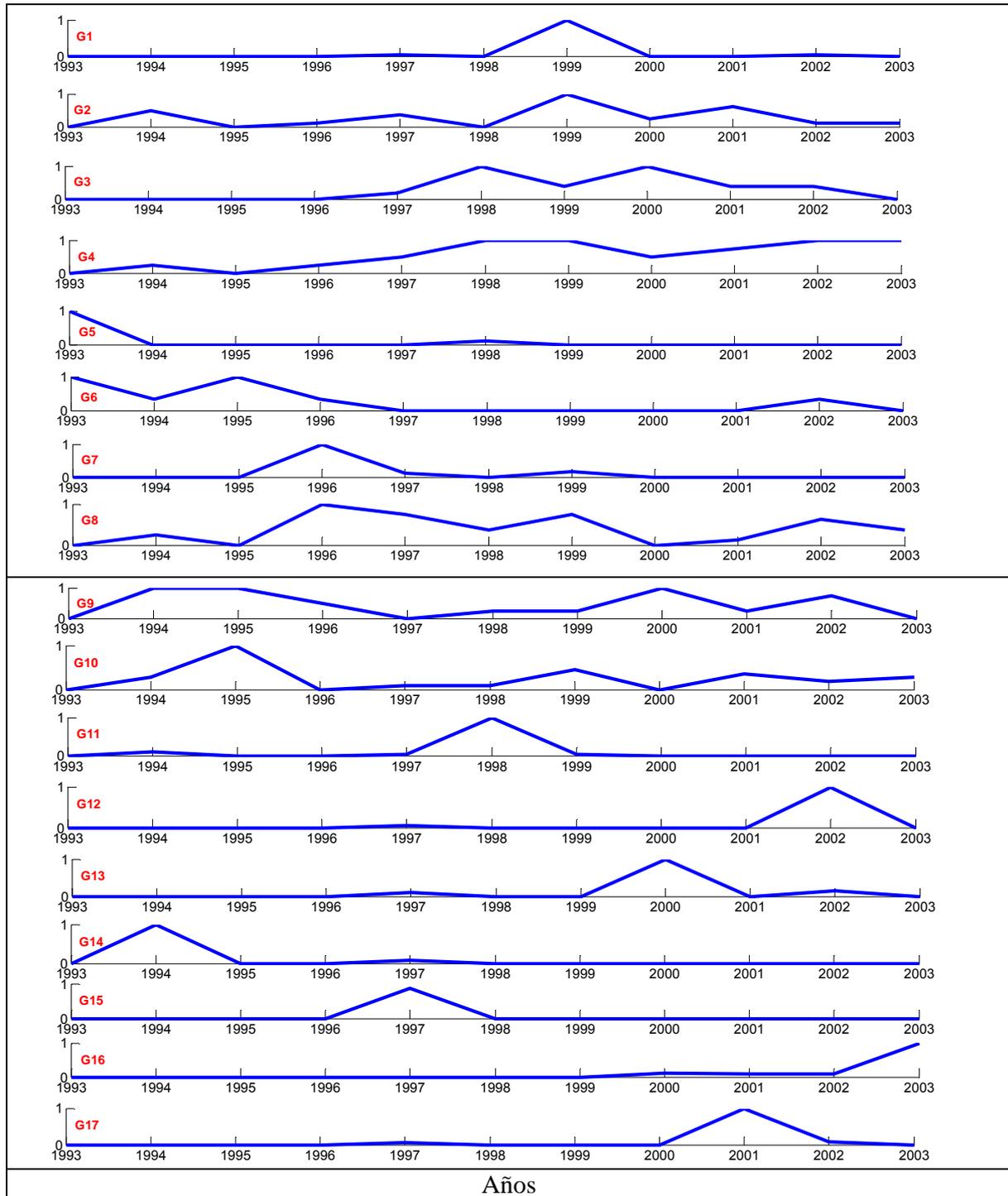


Figura 9. Patrones de registro anual de los diecisiete grupos encontrados para el suroeste del Golfo de California. En el eje de las ordenadas, se observa la escala que va de 0-1 que significa la ausencia-presencia de los individuos en la zona.

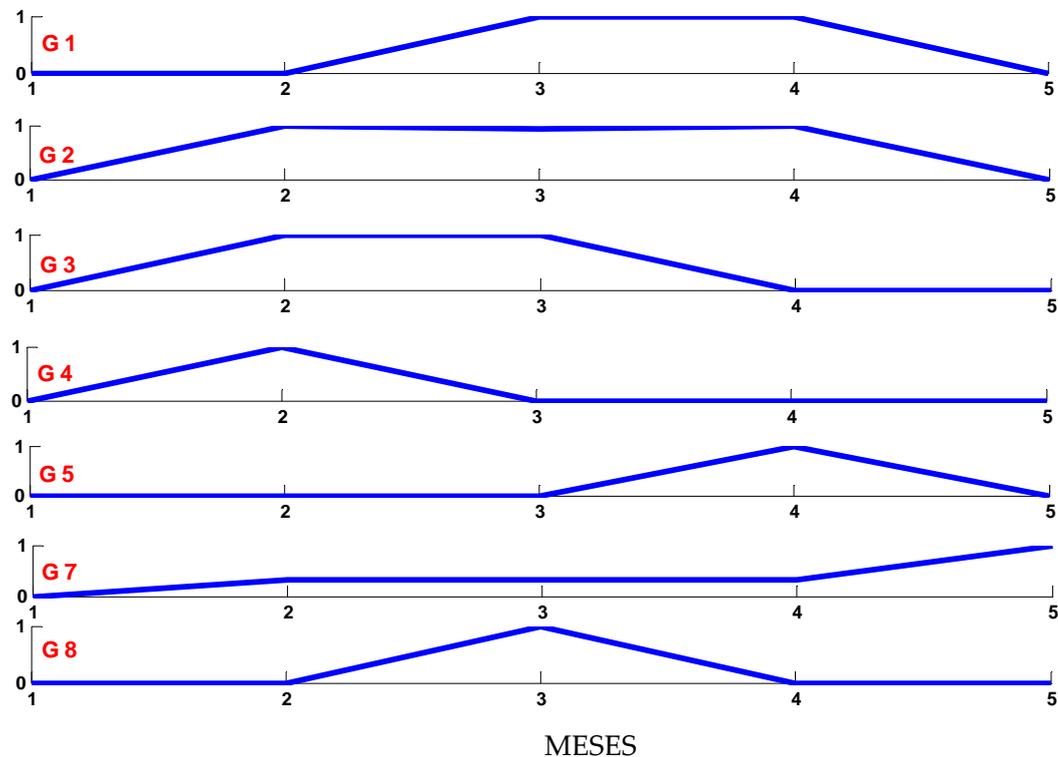


Figura 10. Patrones de registro mensual de los ocho grupos encontrados para el suroeste del Golfo de California. En el eje de las ordenadas, se observa la escala que va de 0-1 correspondiente a la ausencia-presencia de los individuos en la zona. En el eje de las abscisas, se muestra el mes de registro: 1= enero, 2= febrero, 3=marzo, 4= abril, 5= mayo.

6.2.3.3 Patrón de asociación espacial

Asociación por zona

Siguiendo el mismo método que se utilizó para evaluar las escalas anual y mensual, se encontraron nueve grupos para la escala espacial (Apéndice 10.2). En la Figura 11 se observan los grupos formados en tres grandes categorías: 1) aquellos grupos en los que todos sus miembros han sido registrados en dos o tres zonas (G1, G2, G3 y G4); 2) aquellos donde todos sus miembros han sido registrados en una zona (G5, G6 y G7) y; 3) aquellos donde todos sus integrantes han sido observados en una sola zona aunque no la misma, además de una pequeña fracción que ha sido observada también en otras zonas (G8 y G9). Mención especial del G1 en el que sus catorce miembros (la mayor parte hembras) han sido registrados en Bpaz, Sjosé y Loreto.

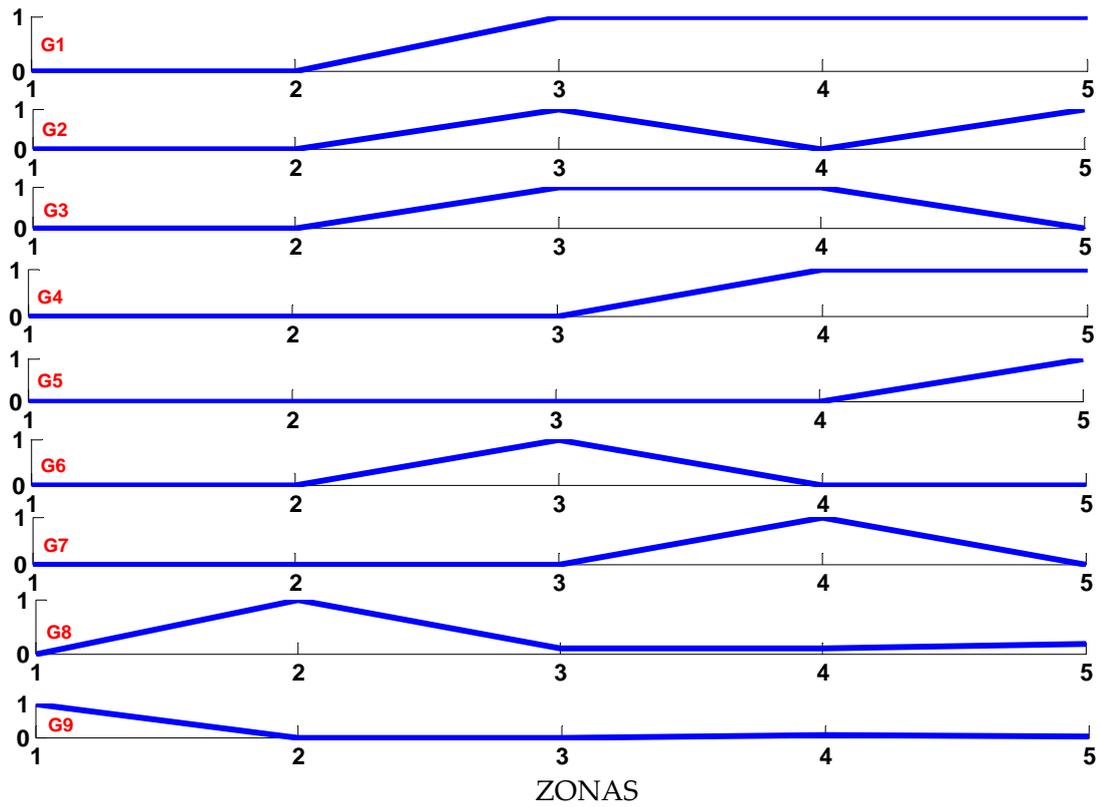


Figura 11. Patrones de registro espacial de los nueve grupos encontrados para el suroeste de California. En el eje de las ordenadas, se observa la escala que va de 0-1 correspondiente a la ausencia-presencia de los individuos en la zona. En el eje de las abscisas, se muestra la zona de registro: 1= Boca, 2= Cerralvo, 3= Bpaz, 4=SJosé y 5= Loreto

6.2.3.4 Proporción sexual de los grupos formados a escalas anual, mensual y espacial

La formación de grupos en cuanto al número de sus integrantes, así como a la escala con la cual fueron determinados, permitió analizar su proporción sexual y compararla a fin de encontrar semejanzas que se pudieran traducir en el comportamiento que muestran las ballenas en el suroeste de California, ya sea en una escala temporal (mensual, anual) o espacial (por zonas). Los resultados muestran que la proporción sexual no cambia en función de la escala propuesta (Tabla 12), lo que puede indicar que no hay una segregación sexual marcada, ya que a escala anual, mensual o espacial los animales están distribuidos de la misma manera no importando el sexo.

Asimismo, teniendo en cuenta que una gran parte de los individuos no tienen el sexo determinado (-) hasta la fecha, se analizó la proporción de este último con respecto a las hembras, encontrándose que tampoco varía entre escalas, lo que significa que aunque no se conozca el sexo de estos individuos y si se tratara de repartir entre los machos y las hembras a partes iguales, la proporción inicial (1.6 : 1) no se modificaría.

Tabla 12. Resumen de las proporciones sexuales de los grupos formados a escalas anual, mensual y espacial en el suroeste de Golfo de California. H: hembra, M: macho, (-): Sexo no determinado

Escala	Número de individuos por grupo promedio	Proporción H : M promedio	Proporción - : H promedio
Anual	19	1.7 : 1	2 : 1
Mensual	41	1.6 : 1	2 : 1
Espacial	37	1.6 : 1	1.9 : 1

6.2.3.5 Segregación espacial y temporal por sexo.

Mensual.

En el apéndice 11 se muestran los mapas mensuales de avistamientos de hembras, machos y de los individuos con el sexo no determinado. Cubriendo de enero a abril, se ubicaron 225 avistamientos de hembras, 98 de machos y 203 de individuos no determinados (sin tomar en cuenta el año). En enero las tres categorías (hembras, machos y no determinados) se registraron en el norte de la zona de estudio; sin embargo, de febrero a abril, se registraron individuos a lo largo de la zona, observándose una tendencia hacia el sur conforme avanzó la temporada, lo que concuerda con los movimientos de migración. Es interesante notar que los machos estuvieron presentes durante los cuatro meses en las cinco zonas de estudio, lo que indica que no hay una segregación sexual marcada ($X^2_{C(4, 0.05)} = 4.12$).

Anual.

En cuanto a la presencia anual para cada individuo, se registraron los avistamientos de ambos sexos y los no determinados (Apéndice 12). Se hicieron mapas para los registros correspondientes a los años 1988, 1990, 1991 y 1994 – 2003. Los años que no se tomaron en cuenta para hacer sus respectivos mapas no contaban con registros para las tres categorías de determinación de sexo, y por lo tanto no fueron comparados con los otros años. Entre años, se presentaron diferencias significativas en cuanto la proporción de sexo en la zona de estudio ($X^2_{C(12,0.05)} = 33.21$). No obstante tanto machos, hembras y no identificados tienen un patrón interanual similar. Estas diferencias en la distribución podrían estar asociadas con algún factor ambiental o con el esfuerzo aplicado por zonas.

7. DISCUSIÓN

La descripción de las asociaciones y la organización social de los misticetos no ha sido un tema de investigación bien abordado. De las once especies de misticetos, sólo se ha hecho una revisión extensa para la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) después de varios años de investigación en varias zonas del mundo (Clapham, 1996).

Realmente hay pocos estudios de ballena azul relacionados con su organización y estructura social, la mayoría se basan en los registros de captura o se han llevado a cabo en zonas de alimentación en altas latitudes. Por lo que la literatura reporta renglones limitados en relación con que la ballena azul es un animal solitario, que viaja en pares o en pequeñas agrupaciones de duración corta (Reeves *et al.*, 2002). Por el contrario, en este trabajo se encontró que en una zona de crianza y posible reproducción existe una constancia en cuanto a la formación de grupos entre individuos de ballena azul, ya que un 58% de las ballenas muestreadas, registró algún tipo de asociación.

Individuos Solitarios.

Recordando lo explicado en los resultados, el porcentaje de los individuos siempre solos se redujo al seis por ciento del total de las asociaciones reportadas para la zona. Lo anterior da una pauta para pensar que las actividades de socialización (asociaciones, cuidado materno, aprendizaje, eficiencia en la alimentación y potencialmente actividades relacionadas con la reproducción) son más importantes de lo que se piensa en esta zona del Golfo de California.

Las hembras dominaron tanto en la categoría de solitarios (33 hembras solitarias contra once machos), como en el resto de las asociaciones, lo que refleja la preferencia de las hembras por el área de estudio previamente reportada (Gendron, 2002; Enríquez, 2005).

Lo que resulta interesante aquí es explicar por qué algunas hembras son solitarias, mientras que en otras asociaciones se ha visto un gran número de hembras intercambiándose y siendo participes activas de la dinámica grupal. ¿Cuáles son las características por las que una hembra se hace solitaria o permanece en alguna temporada como solitaria? Posiblemente, la continuación de trabajos como este permitan explicar la participación de las hembras en una u otra asociación, así como la determinación de edades mínimas y máximas para socializar, esto es, explicar si las hembras o la totalidad de la población necesitan ser sexualmente maduros para asociarse o en el extremo, dejan de participar por llegar a edades avanzadas.

Los resultados del presente estudio aportan evidencia de que la ballena azul no es un individuo completamente solitario como se cita en la mayoría de la literatura (Yochem y Leatherwood, 1985), sino que tiene una cierta organización social caracterizada por asociaciones de corto plazo y la fusión-fisión de grupos que, en conjunto, contribuyen en la organización de los grupos en una escala mayor. El seguimiento de los individuos en futuros estudios, permitirá establecer si la organización social de estos grupos está relacionada con el altruismo y la selección por parentesco.

Asociaciones directas

Hembras con cría. En mamíferos se reporta que las asociaciones más duraderas son las constituidas por una hembra y su cría, al menos durante el período de lactancia (Mobley y Herman, 1985; Weinrich y Kuhlberg, 1991). El Golfo de California es una zona reconocida como de crianza y alimentación, en donde las hembras con cría se observan desde enero hasta mayo. Las parejas hembra-cría, generalmente, se encuentran muy cerca de la costa, lo que podría representar una mayor protección para las crías (Gendron, 2002). Se registraron seis hembras las cuales tuvieron más de una cría durante todo el periodo de estudio. De estas, dos fueron categorizadas en este trabajo como individuos núcleo en función de su fidelidad al área y su frecuente asociación con otros individuos.

La ballena # 124, observada por primera vez en 1996 y a la que se le asignó inicialmente una edad mínima de siete años (edad calculada a partir de la diferencia entre el primer y último avistamientos en la zona hasta 2003). Sin embargo, este individuo fue observado en 1997 en compañía de una cría. Según Lockyer (1984) la ballena azul alcanza la madurez sexual a los cinco años de edad, y por lo tanto, la edad recalculada de la hembra # 124 es de al menos doce años. En el 2000 y en el 2003, esta ballena fue observada también con cría (única hembra madura con tres crías registradas en la zona) lo que sustenta la idea de que el Golfo de California es una zona apta para la crianza.

Con base en los resultados de foto-identificación, fue también posible darle seguimiento a ocho crías que fueron foto-recapturadas en años posteriores, lo cual indica una tendencia de que las crías regresan al sitio siendo individuos jóvenes (Gendron, 2002). La edad al momento de reavistar a una cría varió de uno a ocho años, y en general los individuos jóvenes permanecieron solitarios los primeros años de su vida, a excepción de dos individuos avistados a la edad de un año asociados con adultos (distintos de las madres). A partir de las siete años se les observó como terceros, formando pares o en grupos con más de tres individuos. Lo anterior podría sugerir la existencia de algún tipo de jerarquía dentro de la organización social de la ballena azul, en la que a los individuos más jóvenes no forman parte de asociaciones sino hasta que llegan a la madurez sexual. Otra explicación que no involucra jerarquía sería que los individuos se vuelven menos solitarios con la edad. Es decir, conforme los individuos van alcanzando la madurez sexual se van preparando para los roles reproductivos interactuando más entre sexos (Clapham, 1994). Esto sugiere que cuando las crías regresan al Golfo de California en su primer año de edad no siguen con su madre lo que coincide con el tiempo de lactancia estimado de alrededor de 6 meses (Lockyer, 1984). En cambio la hembra está en un período de “descanso”, ya que el intervalo de crianza para la zona fue estimado en alrededor de tres años (Gendron, 2002), concordando con lo reportado de manera general para la especie (Lockyer, 1984).

Tercer individuo (3rd). Se encontraron trece individuos (seis hembras, dos machos y cinco no determinados) que fueron acompañantes de hembras con cría, acorde a lo reportado por Gendron (2002) quien encontró siete individuos fungiendo como tercero (tres de ellos hembras). Los resultados obtenidos en ambos trabajos contrastan con lo que ocurre con ballenas jorobadas en zona de reproducción, ya que el tercer individuo denominado escolta siempre es un macho (Clapham, 1996), aunque hace falta investigación acerca de los mecanismos de los machos de ballena azul para acceder a las hembras en época reproductiva. Tres de estas seis hembras, son también hembras en edad reproductiva (observadas con cría en otros años) y que además son individuos “núcleo”. Existe el registro de una hembra “individuo núcleo” que durante una temporada que no tuvo cría y se le observó como tercero con diferentes hembras con cría al parecer intercambiándose de grupos a manera de supervisión. Estas observaciones permiten sugerir la existencia de una sociabilidad entre las hembras, característica que ha sido observada en grupos de otros cetáceos (Delfines, Reynolds *et al.*, 2000; cachalotes, Lettevall *et al.*, 2002) y también en mamíferos terrestres (primates, Roosmalen, 1985; elefantes, McComb *et al.*, 2003).

Estas hembras terceras, o escoltas, pueden cumplir con funciones de cuidado materno cuando la hembra-madre está alimentándose o como defensa hacia depredadores, así como de otros factores que “incomoden” a la hembra lactante: ya sea otros individuos adultos e incluso la presencia humana. Por ejemplo, una hembra que fungía como tercero, desplegó tal comportamiento en presencia de la panga de observación, interponiéndose entre esta última y la hembra con cría. En algunas ocasiones, el tercero ha salido en dirección opuesta a la pareja hembra con cría con el afán de incitar a los observadores a que la sigan y que se alejen de la pareja mencionada. Este comportamiento es similar al usado por aves para alejar a los depredadores de sus nidos, llamado comportamiento de distracción (Brutton, 1986).

En algunas especies de mamíferos terrestres, los grupos son muy cohesivos, y cuando hay una cría nueva, existe cierta “curiosidad” por parte de los demás miembros del grupo. Se han reportado “préstamos” de la cría a otras hembras para su observación, cuidado, y

aceptación (mono araña; Roosmalen, 1985). Este comportamiento se observó en una ocasión cuando se avistó a una cría con una hembra ballena azul que no era la hembra madre, aunque esta asociación duró sólo algunos minutos. Sin embargo, es necesario hacer más investigación al respecto.

Otra idea, es la relacionada con el comportamiento reproductivo cuando el tercer individuo es macho. Lo anterior debido a que se ha observado al tercer individuo realizando "speed swimming" (una ballena azul persiguiendo a gran velocidad a otra) de manera insistente detrás de una hembra con cría podría relacionarse con comportamiento reproductivo, aunque esto también ha sido observado en agrupaciones donde no hay crías (Acevedo-Gutiérrez *et al.*, no publicado¹; Gendron, 2002).

Pares. Este tipo de asociación fue el más frecuente (75 registros), de los cuales se conocía el sexo de ambos animales en un 40% de los casos. Dentro de éstos se encontró que la mayor parte (53%) fueron compuestos por dos hembras, a diferencia del 66% de pares mixtos encontrado por Sears *et al.* (2001) en una zona de alimentación del Atlántico.

En contraste, en la ballena jorobada los pares mixtos fueron más comunes de encontrarse entre clases de edad, por ejemplo pares compuestos por un macho joven y una hembra adulta (Weinrich y Kuhlberg, 1991). En el estudio del rorcual común, Vashro y DenDanto (2001) encontraron una ligera diferencia entre la composición de pares, siendo la composición más representada la de macho-macho.

En el Golfo de California, aparentemente, los pares mixtos (36%) se incrementaron hacia el final de la temporada invernal (cinco en marzo, y cinco en abril) cuando se inicia el movimiento hacia afuera del Golfo de California y hacia el norte, apoyando a Gendron (2002), quien indica que probablemente el apareamiento ocurre entre marzo y junio. Sobre

¹ Acevedo-Gutiérrez, Alejandro. Department of Biology. Western Washington University. E-mail: acevedo@biol.wvu.edu

todo porque se presentan discrepancias con lo reportado por Sears *et al.* (2001) quienes adjudican el posible inicio de la época de cortejo y/o reproducción a finales del otoño y principios de invierno.

La relevancia de los pares mixtos de ballena azul en los que la hembra funge como líder ha sido propuesta por Sears *et al.* (2001) y se basa en que la posición trasera del macho podría representar una estrategia para mantener vigilada a la hembra y defender su posición contra otros.

Tríos y grupos de más de tres individuos. Los tríos y los grupos constituidos por más de tres individuos al parecer indican algún tipo de organización social. Es interesante acotar que se registró la presencia de al menos un individuo núcleo en cada trío o grupo con más de tres integrantes, el cual pudiera servir de guía a los demás miembros de la asociación.

Un caso extremo fue un trío constituido por hembras núcleo. También se registró un trío en el que todos sus integrantes fueron machos jóvenes, ya que se sabe que dos tienen tres años de edad, pero ninguno era individuo núcleo. Cinco días después, este último trío fue registrado nuevamente y estaba constituido por los mismos individuos. Poco se sabe sobre la estrategia reproductiva de la ballena azul, pero tal caso de asociación entre machos, podría significar un tipo de alianza como la que realizan los tursiones (Parsons *et al.*, 2003) y algunos individuos de ballena jorobada (Clapham, 1996).

Los grupos con más de tres individuos estuvieron registrados en su mayoría en las zonas de Loreto e Isla San José, donde aparentemente existe un área de alta productividad primaria y, por lo tanto, una gran cantidad de alimento para esta especie (Gendron, 1990). Se obtuvieron registros cada año, lo que significa que este tipo de asociación es común cuando las ballenas están en esta zona invernal.

Berta y Sumich (1999) mencionan que en misticetos no existen agregaciones importantes, lo que reflejaría la necesidad de alimentarse individualmente debido a que las áreas están restringidas de alimento y no soportarían los requerimientos nutricionales de muchos individuos al mismo tiempo. Sin embargo, en California se han reportado grandes grupos de ballenas azules alimentándose (Fiedler *et al.*, 1998) y en el Golfo de California, zona identificada como de importancia no solo para la crianza, sino para la alimentación de la especie (Gendron 1992; 2002), los altos porcentajes de grupos encontrados en este trabajo sugieren un beneficio en la alimentación.

En varias especies de ballenas barbadas, se ha documentado este tipo de agrupación durante la alimentación (Würsig *et al.*, 1993; Richardson *et al.*, 1995; Clapham, 1996), y se ha encontrado que estas agregaciones en zonas de alimentación no están relacionadas con la selección por parentesco (Kin selection), sino más bien por un tipo de comportamiento altruista (Valsecchi *et al.*, 2002). Por otra parte, Weinrich y Kulhberg (1991) proponen que las asociaciones entre ballenas jorobadas se justifican con el hecho de facilitar la alimentación individual al actuar colectivamente. Se han propuesto varios mecanismos para explicar lo anterior: Dentro de los cardúmenes de peces, algunos peces pueden nadar inadvertidamente hacia la boca de una ballena adyacente cuando huyen de una primera; asimismo, grandes cardúmenes de peces móviles pueden ser acorralados más fácilmente por un grupo de ballenas que por un animal solitario. Análogamente, las tácticas de cacería en grupo de los carnívoros sociales, permite a los grupos capturar una presa más grande o más ágil que si lo hicieran de manera individual. De aquí que cada individuo incrementa su ganancia energética no solo para él mismo, sino para otros miembros del grupo y es posible que algo similar suceda con la ballena azul en el Golfo de California.

Por otro lado, Whitehead (1989) menciona que las hembras y los individuos jóvenes de cachalote en las islas Galápagos generalmente comen en formaciones bien estructuradas, y concluye que esto podría beneficiar a cada individuo dando información sobre las

densidades de la presa en la zona, evitando con ello interferencias con otras ballenas que coman en el mismo lugar.

Es de relevancia señalar la presencia de crías en grupos de más de tres individuos. Lo anterior puede obedecer a dos cosas: una es el involucrar a las crías en las actividades de alimentación con fines educativos; y otra es que la hembra lactante tiene necesidades energéticas adicionales a los demás individuos, así que aprovecha la presencia de otras hembras para que cuiden de la cría mientras esta se realiza inmersiones de alimentación.

Por otro lado se observó que además de una constancia en cuanto al número de registros por año de este tipo de asociación, existen casos de adición y sustracción de individuos, lo que indica fisiones y fusiones de grupos en la zona (Ver Tabla 8). Los grupos de especies sociales, frecuentemente están subdivididos y estructurados. Según Lefebvre y colaboradores (2003), estos grupos pueden ser comparados con metapoblaciones con las siguientes diferencias: 1) los grupos sociales son equivalentes a una población local, usualmente estable, y de organismos que se entrecruzan y que son del mismo tipo o especie; 2) la filopatría es entendida frecuentemente como fidelidad al grupo natal más que al ambiente natal; 3) la migración es un concepto social, no solo espacial, porque los migrantes son individuos que dejan un grupo social (fisión del grupo), y se unen a otro (fusión del grupo); 4) los grupos sociales están altamente estructurados, y dicha estructura está dada por varias características sociales: afinidades, antagonismos, jerarquía y altruismo; 5) los grupos son entidades sujetos a una dinámica constante: crecimiento, división (fisión), unión (fusión), y eventualmente muerte. Es por lo anterior, que los conceptos filopatría y migración son entendidos de diferente manera y últimamente se ha estudiado la asimetría de los patrones de migración entre grupos dependiendo del sexo de los individuos involucrados en tal movimiento. Esta asimetría de dispersión depende de la organización social, la mayor asimetría se da cuando todos los individuos de un sexo migran, mientras todos los individuos de otro sexo permanecen en sus grupos natales a lo largo de sus vidas, similar a lo que sucede con el cachalote (Letteval *et al.*, 2002), y la orca (Bigg *et al.*, 1990).

En el presente estudio, las fisiones de los grupos con más de tres individuos estuvieron caracterizadas por individuos de sexo no determinado y por hembras en su mayoría. Lo que concuerda con lo expuesto por Lefebvre y colaboradores (2003), quienes dicen que la fisión es un evento importante ya que podría servir en la distribución de las hembras. En el caso del suroeste del Golfo de California, las hembras podrían distribuirse entre grupos para eficientizar la conducta de alimentación, a través del intercambio de hembras experimentadas entre grupos donde haya crías y/o jóvenes que regresan por primera vez a la zona. Es importante profundizar en estudios que arrojen datos sobre el sexo de los individuos que participan en la fisión y fusión de los grupos, para estimar dos importantes parámetros: el número medio y el tamaño promedio de linajes, y consecuentemente conocer mejor la estructura social de la especie. De esta manera, Loreto y San José merecen especial atención en cuanto a incrementar registros conductuales a fin de enriquecer estos resultados.

Asociaciones distribuidas por zona. Se ha observado que las ballenas azules frecuentemente navegan en pares (Sears *et al.*, 2001). En este trabajo, los pares estuvieron representados en todas las zonas, incluyendo algunos avistamientos lejos de la costa. Posiblemente los animales viajen asociados en parejas entre las zonas importantes de alimentación (Loreto, Isla San José) y cuando llegan a estas zonas, se fisionen formando otro tipo de asociaciones con otros individuos para alimentarse.

Estadísticamente hablando, los pares junto con las hembras con cría y los terceros fueron las asociaciones más representadas en las zonas de Loreto y San José. Estos registros, tanto de Loreto, San José, así como algunos de la Bahía de La Paz podrían estar ligados a la distribución de los recursos alimenticios. El Golfo de California es una zona de reproducción para *Nyctiphanes simplex*, y entre Loreto y La Paz, se han observado agregaciones de este eufaúsido (Gendron, 1990; Del Angel-Rodríguez, 1997). Durante los meses de febrero a abril, la Bahía de la Paz presenta valores elevados de abundancia y producción larval por

crecimiento de *N. simplex*. Puede ser que las ballenas se asocian para alimentarse en zonas más norteñas donde existen mayores biomásas de hasta 32.6 gramos de peso seco por metro cúbico de eufaúsidos (Gendron, 1992), dejando a la Bahía de La Paz como una zona de reserva para alimentarse hacia el final de la temporada (mayo) ya que se han observado ballenas azules alimentándose en grupo en la zona mencionada quizá como una actividad previa a la migración.

Asociaciones no directas

Individuos núcleo. La definición de un individuo núcleo, clave o focal, se ha dado en la mayoría de los casos relacionada con la actividad reproductiva de los mysticetos. Clapham (1996) menciona para la ballena jorobada la existencia de animales núcleo que son relativamente pasivos, y que están con un “acompañante principal” (Principal escort, en inglés) o varios individuos en el grupo llamado de cortejo, donde el individuo “núcleo” es una hembra. Lo mismo sucede para la ballena franca austral (*Eubalaena australis*), que dentro de los grupos involucrados en el apareamiento, se reconocen individuos “focales” (la mayoría hembras), llamados así por ser animales sobre quien recae la atención y actividad de los demás miembros del grupo. Tal individuo focal pasa más tiempo en la superficie, es frecuentemente sujetado por otro animal debajo del primero y, frecuentemente se comporta de manera agitada, intentando nadar fuera del grupo (Best *et al.*, 2003). De acuerdo con las observaciones en el campo y los resultados obtenidos en el presente estudio, no se ha observado grupos de cortejos para la ballena azul. Sin embargo, en algunos odontocetos, esta definición de individuos núcleo o clave, se ha dado en un sentido más social del grupo (Christal *et al.*, 1998). Ottensmeyer y Whitehead (2003), definieron un individuo “clave” como aquél que cumpliera con criterios como haber sido visto cuatro días seguidos, tener foto-recapturas anuales, y algunos otros. Alrededor de este individuo clave pueden haber “compañeros constantes”, formando una “unidad”. Esta última definición concuerda con la delineada en este trabajo en cuanto a los criterios definidos para identificar a los individuos “clave” o “núcleo” y en cuanto a la formación de grupos a partir de la selección de sus acompañantes o asociados.

Se identificaron 14 individuos núcleo (11 hembras y tres machos) que, de acuerdo con el historial de avistamientos, corresponderían a individuos con más de cinco años de edad, los cuales según Lockyer (1984), son sexualmente maduros; aunque existen dudas acerca de la edad a la que las ballenas azules alcanzan la edad reproductiva (discutido en Gendron, 2002). Alrededor de estos individuos, se formaron grupos los cuales también estuvieron constituidos en su mayoría por hembras.

La composición sexual de tales grupos no es completa, por lo que aún no pudo establecerse si el arreglo sexual obedece o no a factores aleatorios. Los resultados correspondientes a la determinación de haplotipos ayudarán a vislumbrar si estos grupos núcleo están formados por individuos del mismo linaje, lo que correspondería a matriarcados. Aún si los grupos formados no fueran del mismo linaje, los estudios relacionados con el haplotipo de los animales, también nos aportarán datos sobre la relación de parentesco matrilineal de estos grupos.

El análisis de las fusiones entre los grupos permitió observar que las proporciones sexuales hembra : macho de los grupos núcleo (en promedio de 2.6 : 1) no variaron al fusionarse para constituir los nuevos grupos, ya que una vez fusionados, las proporciones estuvieron entre 2 : 1 y 3 : 1. Lo anterior es reflejo de que a pesar de las fusiones, sigue existiendo una mayor proporción de hembras en la zona de estudio. Debe resaltarse el caso del grupo b, el cual estuvo formado exclusivamente por hembras núcleo, mientras que dos machos núcleo (# 49 y # 142) se fusionaron con el grupo de la hembra # 131; y el grupo del otro macho (# 12) se fusionó con dos grupos de hembras (# 119 y # 65). Los grupos que no se fusionaron se consideraron "extremos", lo anterior debido a su bajo número de integrantes, situación que no contribuyó a cumplir con el criterio exigido por el programa de Matlab encargado de encontrar las intersecciones entre grupos el cual pedía que hubiera mínimo tres individuos en común entre grupos para poder fusionarse.

Lusseau² y Newman (en revisión), identificaron el papel de algunos individuos dentro de una red social de tursiones, puntualizando la presencia de individuos que se encargan, entre otras cosas, de mantener el flujo de información entre grupos, jugando un papel importante en la cohesión de toda la población. Tal función podrían tener los individuos núcleo identificados aquí: mantener el flujo de información entre los grupos más pequeños y fungir como nodos en la red social. La mayoría de los individuos núcleo fueron hembras adultas, por lo que incluso podrían tener un rango social superior con respecto a otras hembras e incluso a los machos.

Es necesario realizar más investigación en relación a los individuos núcleo y sus asociados, ya que este trabajo identificó las ballenas que más se asocian con los individuos núcleo, sin asegurar que hay una razón específica para tal relación. Futura investigación podrá valorar si lo más importante es saber si los asociados del individuo núcleo se acercan a este como punto de reunión para interactuar con otros individuos, tal cual y como mencionan Lusseau y Newman con los nodos en las redes de información, o si verdaderamente hay razones definidas para la organización incluyendo jerarquías.

En tierra, se estableció el éxito reproductivo en el caribú (*Rangifer tarandus*) en relación con el rango social de las hembras (Holand et al., 2004). Ellos encontraron que las hembras de mayor rango parieron antes y obtuvieron mayor masa corporal durante la preñez que las hembras con rangos sociales bajos. Esto podría usarse para verificar si existiese algún rango entre las ballenas azules, registrando cuáles hembras se observan primero con crías y si siempre son las mismas.

Patrón de asociación temporal: anual, mensual y espacial (regional)

El propósito de usar en este trabajo otras escalas diferentes al tiempo y espacio inmediato en la exploración de las asociaciones, fue el tratar de ampliar la definición de asociación, que

² Lighthouse Field Station. University of Aberdeen, George Street, Cromarty, Ross-shire IV11 8YJ, Scotland. E-mail: d.lusseau@abdn.ac.uk

ha sido utilizada para referirse a la interacción de dos o más individuos dentro de una distancia determinada y comportándose de manera coordinada (Weinrich y Kuhlberg, 1991). El método de agrupación empleado en las escalas temporal y espacial permitió observar de manera global lo que sucede con la entrada y salida de individuos durante el período de estudio. De esta forma se esperaba quizás observar grupos que mostraron características que pueden ser abordadas de forma diferente a cómo se hace comúnmente con las asociaciones identificadas a través de la observación directa de los individuos.

El análisis de la escala temporal de las asociaciones se discutió ampliamente en cachalotes (Whitehead, 1995; 1997); sin embargo, estos análisis han sido enfocándose a la duración en horas y/o días de las asociaciones registradas directamente en campo a través de la observación y foto-identificación. Por el contrario, aunque no se tenga registrada la duración en horas o días de todas las asociaciones de ballena azul, los resultados de este trabajo permiten vislumbrar la posibilidad de que los animales se asocien de manera no aleatoria en una de las áreas de crianza para esta especie. Se observó un caso que merece un análisis más profundo, el de un grupo que fue observado en 1997 por primera y única vez, ya que ningún individuo de ese grupo en cuestión fue registrado de nuevo en años subsecuentes. Quizá lo anterior está relacionado con el Evento El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) de 1997-1998 reconocido como uno de los eventos más severos de la historia. Este fenómeno genera un cambio complejo en el clima del planeta originado en el Pacífico Tropical por una alteración importante del sistema océano-atmósfera teniendo entre otros impactos, el transporte neto de agua y por consiguiente el desplazamiento de organismos con ella; la reducción significativa de la abundancia de fitoplancton, e incluso la invasión temporal de especies de movimiento dinámico en áreas donde normalmente no habitan o la restricción de los movimientos migratorios normales de algunas especies (Lluch-Belda *et al.*, 2000). Según Reeves y colaboradores (1998), existen al menos cinco subpoblaciones en el Pacífico Norte: 1) Sureste de Japón; 2) noreste de

Japón/Kurils/Kamchatka; 3) islas Aleutianas; 4) Este del Golfo de Alaska y 5) California/México; y aún no se establece la relación entre estas y la presente en las aguas del domo de Costa Rica. Por lo que sería interesante indagar si este grupo de ballenas que sólo estuvieron presentes un año en la zona pudieran provenir del domo de Costa Rica buscando aguas más frías al norte y alimento.

Por otro lado, los resultados de los análisis a escala mensual permiten observar que las asociaciones se dan en un amplio rango de movilización, ya que están distribuidas de manera constante durante todos los meses de la temporada de estudio y muestra tendencias de los animales a permanecer uno, dos o hasta tres meses dentro de la zona. Quizá estas tendencias obedezcan a un tipo de organización en la cual los animales dependiendo de sus necesidades se turnan para utilizar el área por más o menos tiempo. Esto se ve reflejado también en los patrones de agrupación por zonas.

Segregación espacial y temporal por sexo

Los datos graficados en los mapas así como la determinación de las proporciones sexuales de los grupos encontrados a escalas temporal (mensual y anual) y espacial permitieron observar el movimiento de los animales en la zona. Conforme avanza la temporada, se puede observar que en enero, hay un mayor número de hembras que de machos (con pocos individuos de sexo no determinados) en la zona de Loreto, aumentando el número de machos y haciéndose más abundante la presencia de ambos sexos en los meses de febrero y marzo en las zonas de SJosé y Loreto principalmente. A finales de la temporada,, los avistamientos se observan distribuidos por toda la zona, incluyendo numerosos individuos en la zona de Bahía de La Paz, pero también fuera de la costa y en la región de la Isla Cerralvo, lo que indica un movimiento migratorio previamente identificado (Gendron, 2002).

En muchas especies de mamíferos, los machos y hembras viven de manera solitaria o en grupos separados fuera de la temporada de reproducción, a esto se le conoce como

segregación sexual. La segregación sexual es ampliamente reconocida en ungulados, registrándose también en ballenas, focas, primates, elefantes y hasta en algunas especies de peces y aves (Ruckstuhl y Neuhaus, 2000). Según Pérez-Barbería y colaboradores (2005), la segregación sexual puede involucrar el uso diferencial del hábitat por parte de machos y hembras (segregación de hábitat), aunque también puede darse dentro del mismo hábitat e involucrar no solo la segregación de sexos, sino también de diferentes grupos de edad (segregación social).

Para entender los procesos por los cuales se da la segregación, se han emitido varias hipótesis que tienen que ver con la depredación, con la eficiencia en la búsqueda e ingestión de alimento, con la ontogenia del comportamiento de cada sexo, e incluso con el patrón diario de actividades. Sin embargo, las razones para que se den este tipo de segregaciones aún no son bien conocidas (Yearsley y Pérez-Barbería, 2005).

A este respecto, la distribución espacial de una población, que muestra cambios estacionales en el área donde se encuentra su ámbito hogareño (migración), genera segregación sexual si los machos y las hembras difieren en su patrón diario de actividades. En ballena jorobada, la segregación sexual se ha notado en el tiempo de migración y en la frecuencia de los avistamientos en las zonas de crianza o en las rutas migratorias (Dawbin, 1997). En la ballena franca, se ha observado que las hembras con cría se encuentran en zonas cercanas a la costa y la mayoría de los individuos se concentran en zonas que proveen protección contra los vientos y mareas del océano abierto (Elwen y Best, 2004). Como se mencionó anteriormente, también las madres con cría de ballena azul prefieren las zonas cercanas a la costa (Gendron, 2002). Sin embargo, para determinar si existe segregación sexual en una población, cualquiera que sea la hipótesis a probar, es necesario contar con datos de cantidad, calidad y distribución del alimento, uso del hábitat y patrón diario de actividades, entre otros de carácter etológico (Yearsley y Pérez-Barbería, 2005). Sin embargo, los resultados de las proporciones sexuales a escalas temporal y espacial indican que en la zona hay un número mayor de hembras, pero que los machos están presentes de manera

continua en toda la zona. Lo anterior da indicios de que existe un patrón definido con el cual se agregan las ballenas azules en el área suroeste del Golfo de California.

CONSIDERACIONES FINALES

Uno de los propósitos de este trabajo fue identificar los criterios bajo los cuales se pudiera describir las asociaciones entre individuos de ballena azul. Se abarcaron tres criterios: asociaciones directas; tiempo en escala mensual y anual; y espacio. Los resultados encontrados muestran que existen asociaciones en toda la zona de estudio, y que hasta donde los datos pueden explicar, hay pocos individuos solitarios. Los datos permitieron distinguir grupos bien formados y estables a corto plazo y la presencia de grandes grupos en zonas de alimentación; sin embargo, estos resultados aún no permiten puntualizar algún tipo de organización social como sucede con algunas especies de odontocetos (orcas: Matkin *et al.*, 1999; Baird y Whitehead, 2000; delfines: Quintana-Rizzo y Wells, 2001; cachalotes: Whitehead, 1997), y muy pocas de misticetos (ballena jorobada: Claphman, 1996; Valsecchi *et al.*, 2002; Stevick *et al.*, 2003 ballena negra de Groenlandia: Würsig *et al.*, 1993; Richardson *et al.*, 1995).

Por otro lado, la presencia de individuos clave (en este trabajo denominados “individuos núcleo”) dentro de la población sugiere que estos podrían servir de conexión y mantenimiento de cohesión entre los grupos.

En cuanto al análisis en escala temporal (anual y mensual), se encontró que existe una constancia y regularidad en los avistamientos de las ballenas azules en la zona. Lo que indica que es un área seleccionada por los animales por brindar ciertas características para satisfacer sus necesidades dentro de su ciclo migratorio. Las ballenas azules no llegan al Golfo de California por azar, sino que tienen identificada a la zona como un destino invernal importante. La proporción sexual no varió en función de la escala (anual, mensual o espacial), lo que indica que no hay una segregación marcada al observarse a todos los

animales distribuidos de manera homogénea tanto temporal como espacialmente en la zona costera suroeste del Golfo de California.

Los resultados expuestos anteriormente aportan evidencia extra sobre el importante uso de la zona por parte de ambos sexos de la ballena azul, para actividades de crianza, de alimentación y posible reproducción; sin embargo, se necesita un mayor esfuerzo y continuidad en este tipo de trabajos con el fin de obtener resultados complementarios que permitan la mejor descripción de las asociaciones entre ballenas azules, del uso que hacen del hábitat y en consecuencia el conocimiento general de la especie en esta zona reconocida importante como sitio invernal.

8. CONCLUSIONES

-  Los criterios identificados útiles para el estudio de las asociaciones de la ballena azul en el Golfo de California fueron: asociaciones directas, espacio, y tiempo.

-  En el Golfo de California la ballena azul no se observó solitaria, sino formando pares, tríos, fungiendo como terceros en compañía de hembras con cría, y formando grupos con más de tres integrantes, además de la relación entre hembras lactantes y sus crías.

-  La mayor parte de los jóvenes menores de ocho años fueron observados como solitarios. Siendo hasta después de la edad mencionada que se registraron en algún tipo de asociación.

-  La presencia de grupos con más de tres integrantes fue mayor en las zonas de Loreto e Isla San José aparentemente asociado a la alimentación.

-  Se identificaron individuos núcleo, mayoritariamente hembras adultas; quienes podrían jugar un papel importante en la cohesión de los diferentes grupos conformados alrededor de estas.

-  No se observó una marcada segregación sexual en la región suroeste del Golfo de California, lo que supone el uso del área por parte de ambos sexos y la existencia de una organización fluida en el tiempo y en el espacio.

9. RECOMENDACIONES

El desarrollo de este trabajo tuvo algunos contratiempos, por lo que para mejorar el estudio de las poblaciones de ballena azul en el suroeste del Golfo de California en lo que respecta a investigaciones etológicas se recomienda:

- ❏ Es necesario evaluar la aleatoriedad de las asociaciones a fin de verificar si los datos son representativos, así mismo, se recomienda que se actualicen las bases de datos con los resultados de determinación de sexo para darle seguimiento a las asociaciones encontradas y detectar cambios relevantes.
- ❏ Relacionado con la observación de asociaciones directas, específicamente con pares, se recomienda que al momento de tomar las fotos, se registre qué individuo va adelante, con el objetivo de comparar con otras zonas.
- ❏ Como proyecto a largo plazo, se recomienda realizar investigaciones relacionadas con patrón diario de actividades, uso de hábitat, ámbito hogareño en aguas sudcalifornianas, y otros de carácter etológico (reconocimiento entre individuos, aprendizaje, organización de migraciones, protección mutua) para incrementar el conocimiento de la población de ballenas azules.

10. REFERENCIAS

- Badan-Dangón, A.; C.J. Koblinsky; & T. Baumgartner. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: observations of surface thermal patterns. *Oceanologica Acta*. 8 (1): 13-22.
- Baumgartner, T. & N. Christensen, Jr. 1985. Coupling of the Gulf of California to large-scale interannual climatic variability. *Journal of Marine Research* 43: 825-848.
- Baird, R.W. & H. Whitehead. 2000. Social organization of mammal-eating killer whales: group stability and dispersal patterns. *Canadian Journal of Zoology* 78: 2096-2105.
- Bejder, L.; D. Fletcher; & S. Bräger. 1998. A method for testing association patterns of social animals. *Animal Behaviour* 56: 719-725.
- Berta, A.; & J. Sumich. 1999. *Marine mammals: evolutionary biology*. Academic Press. U.S.A. 494 pp.
- Best, P.B.; C.M. Schaeff; D. Reeb & P.J. Palsbøll. 2003. Composition and possible function of social groupings of southern right whales in South African waters. *Behaviour* 140: 1469-1494.
- Bigg, M.M; P.F. Olesiuk; G.M. Ellis; J.K.B. Ford; & K.C. Balcomb III. 1990. Social organization and genealogy of resident killer whales (*Orcinus orca*) in the coastal waters of British Columbia and Washington state. *International Whaling Commission Report. Special Issue* 12: 383-405.
- Bowen, W. D. 1982. Home range and spatial organization of coyotes in Jasper National Park, Alberta. *Journal of Wildlife Management* 46: 201-216.
- Bruno, S.; E. Politi; & G. Bearzi. 2001. Social organization of a common dolphin community in the Eastern Ionian Sea: evidence of a fluid fission-fusion society. *European Cetacean Society, 15th Annual Conference, Rome, Italy. Conference guide & abstracts*. Pp. 63.
- Brutton, D. 1986. Fatal antipredator behavior of a Killdeer. *Wilson Bulletin* 98(4): 605-607.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concept as applied mammals. *Journal of Mammalogy* 24: 346-352.

Calambokidis, J.; G. H. Steiger; J. C. Cubbage; K. C. Balcomb; C. Ewald; S. Kruse; R. Wells & R. Sears. 1990. Sightings and movements of blue whales off Central California 1986-1988 from photoidentification of individuals. Reports of the International Whaling Commission. Special Issue 12: 343-348.

Charif, A. R.; R. R. Ramey II; W. R. Langbauer; K. B. Payne; R. B. Martin & L. M. Brown. 2005. Spatial relationships and matrilineal kinship in African savanna elephant (*Loxodonta africana*) clans. Behavioral Ecology and Sociobiology 57(4): 327-338.

Chilvers, B.L. & P.J. Corkeron. 2002. Association patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) off Point Lookout, Queensland, Australia. Canadian Journal of Zoology 80: 973-979.

Christal, J.; H. Whitehead & E. Lettevall. 1998. Sperm whale social units: variation and change. Canadian Journal of Zoology 76: 1431-1440.

Clapham, P. J. 1994. Maturation changes in patterns of association in male and female humpback whales, *Megaptera novaeangliae*. Journal of Zoology London 234: 265-274.

Clapham, P. J. 1996. The Social and reproductive biology of humpback whales: an ecological perspective. Mammal Review 26: 27-49.

Clapham, P.J.; S. B. Young & R. L. Brownell Jr. 1999. Baleen whales: conservation issues and the status of the most endangered populations. Mammal Review 29: 35-60.

Connor, R. C. 2001. Bottlenose dolphins: Social relationships in a big-brained aquatic mammal. En: L.A. Dugatkin (ed.) Model systems in behavioral ecology. Integrating conceptual, theoretical and empirical approaches. Princeton University Press, Princeton & Oxford, pp. 408-432.

Croll, D.; B. Tershy; R. Hewitt; D. Demer; P. Fiedler; S. Smith; W. Armstrong; J. Popp; T. Kiekhefer; V. López; J. Urbán; & D. Gendron. 1998. An integrated approach to the foraging ecology of marine birds and mammals. Deep-Sea Research II (45): 1353-1371.

Cruz-Orozco, R.; A. Mendoza-Maravillas & C. Martínez-Noriega. 1989. Profundidades y formas de la Bahía de La Paz. Geonotas 26. 128 pp.

Davies, N.B. & J.R. Krebs. 1978. Introduction: ecology, natural selection and social behaviour. En: J.R. Krebs, N.B. Davies (eds.) Behavioral ecology. An evolutionary approach. Sinauer Associates, pp. 1-18.

Dawbin, W. H. 1997. Temporal segregation of humpback whales during migration in southern hemisphere waters. Memoirs of the Queensland Museum 42: 105-138.

De-Silva-Dávila, R. 1997. Abundancia y distribución de los eufáusidos y producción larvaria de *Nyctiphanes simplex* Hansen, en la Bahía de La Paz, B. C. S., México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur, México. 112 pp.

Del Ángel -Rodríguez, J. 1997. Hábitos alimentarios y distribución espacio-temporal de los rorcuales común (*Balaenoptera physalus*) y azul (*Balaenoptera musculus*) en la Bahía de La Paz, B. C. S., México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur, México. 68 pp.

Diccionario de La Real Academia de la Lengua Española. Vigésima segunda edición. 2001. Editorial Espasa Calpe, S. A. España.

Donovan, G. P. 1991. A review of IWC stock boundaries. Report of the International Whaling Commission. Special Issue 13 : 39-68.

Elwen, S.H. & P.B. Best. 2004. Environmental factors influencing the distribution of southern right whales (*Eubalaena australis*) on the south coast of South Africa I: Broad scale patterns. Marine Mammal Science 20(3): 567-582.

Enríquez Paredes, L. M. 2005. Identidad genética de la población de ballena azul (*Balaenoptera musculus*) en el Pacífico Nororiental: Agregaciones Mexicanas. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México. 198 pp.

Fiedler, P.C.; S.B. Reilly; R.P. Hewitt; V.A. Philbrick; S. Smith; W. Armstrong; D.A. Croll; B.R. Tershey & B. Mate. 1998. Blue whale habitat and prey in the California channel islands. Deep-Sea Research II 45: 1781-1801.

Gendron, D. 1990. Relación entre la abundancia de eufáusidos y de ballenas azules (*Balaenoptera musculus*) en el Golfo de California. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur, México. 64 pp.

Gendron, D. 1992. Population structure of daytime surface swarms of *Nyctiphanes simplex* (Crustacea: Euphausiacea) in the Gulf of California, México. Marine Ecology Progress Series 87: 1-6.

Gendron, D. 2002. Ecología Poblacional de la ballena azul, *Balaenoptera musculus*, de la Península de Baja California. Tesis de Doctorado. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Ensenada, B. C. México. 112 pp.

Gendron, D. & S. Mesnick. 2001. Sloughed skin: a method for the systematic collection of tissue samples from Baja California blue whales. *Journal of Cetacean Research & Management* 3 (1): 77-79.

González-Moreno, N. 2004. El balano foronte *Xenobalanus globicipitis*, como posible indicador de estancia temporal de la ballena azul *Balaenoptera musculus* en aguas de Baja California Sur. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 54 pp.

Gowans, S.; H. Whitehead & S. Hooker. 2001. Social organization in northern bottlenose whales (*Hyperoodon ampullatus*): not driven by deep water foraging? *Animal Behaviour* 62: 369-377.

Hall, E.R. 1981. The mammals of North America. Vol. II. Second edition. John Wiley & Sons. New York. pp. 877-919.

Holand, Ø; R. Weladji; H. Gjøstein; J. Kumpula; M. Smith; M. Nieminen & K. Røed. 2004. Reproductive effort in relation to maternal social rank in reindeer (*Rangifer tarandus*). *Behavioral Ecology & Sociobiology* 57(1): 69-76.

Krützen, M.; W. Sherwin; R. Connor; L. Barré; T. Van de Castele; J. Mann; & R. Brooks. 2003. Contrasting relatedness patterns in bottlenose dolphins (*Tursiops sp.*) with different alliance strategies. *Proceedings of the Royal Society of London* 270: 497-502.

Lavín, M.F.; E. Beier & A. Badan. 1997. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: Escalas estacional e interanual. En: Lavín, M.F. (ed.), *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*. Monografía UGM 3. pp. 139-169.

Leatherwood, S. & R. R. Reeves. 1983. The Sierra Club handbook of whales and dolphins. Sierra Club Books, U.S.A. pp.47-51.

Lefebvre, D.; N. Ménard & J.S. Pierre. 2003. Modelling the influence of demographic parameters in group structure in social species with dispersal asymmetry and group fission. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 53: 402-410.

Lettevall, E.; C. Richter; N. Jaquet; E. Slooten; S. Dawson; H. Whitehead; J. Christal & P. McCall-Howard. 2002. Social structure and residency in aggregations of male sperm whales. *Canadian Journal of Zoology* 80: 1189-1196.

Lluch-Belda, D.; S.E. Lluch-Cota; D.B. Lluch-Cota & S. Hernández-Vázquez. 2000. La variabilidad oceánica interanual y su impacto sobre las pesquerías. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 49: 219-227.

- Lluch-Cota, S. E. 2000. Coastal upwelling in the eastern Gulf of California. *Oceanologica Acta* 23(6): 731-740.
- Lockyer, C. 1984. Review of baleen whale (*Mysticeti*) reproduction and implications for management. Report for the International Whaling Commission. Special Issue 6:27-50.
- Lusseau, D.; K. Schneider; O. Boisseau; P. Hasse; E. Slooten & S. Dawson. 2003. The bottlenose dolphin community of Doubtful Sound features a large proportion of long-lasting associations. Can geographic isolation explain this unique trait?. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 0 (4): 396-405.
- Lusseau, D. & M.E.J. Newman. En revisión. Identifying the role that individual animals play in their social network. (Submitted to *Ecology Letters*).
- Mann, J. 1999. Behavioral sampling methods for cetaceans: a review and critique. *Marine Mammal Science* 15(1): 102-122.
- Matkin, C.O.; G. Ellis; P. Olesiuk & E. Saulitis. 1999. Association patterns and inferred genealogies of resident killer whales, *Orcinus orca*, in Prince William Sound, Alaska. *Fishery Bulletin* 97: 900-919.
- McComb, K.; D. Reby; L. Baker; C. Moss & S. Sayialel. 2003. Long-distance communication of acoustic cues to social identity on African elephants. *Animal Behaviour* 65: 317-329.
- Mejía-Acosta, S.J. 2003. Dieta de la ballena azul *Balaenoptera musculus* (Cetacea: Balaenopteridae) en las aguas adyacentes a la Península de Baja California, con base en el análisis del contenido fecal. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California. México. 57 pp más anexos.
- Mobley, J.R. & L.M. Herman. 1985. Transience of social affiliations among humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the Hawaiian wintering grounds. *Canadian Journal of Zoology* 63: 762-772.
- Ottensmeyer, C.A. & H. Whitehead. 2003. Behavioral evidence for social units in long-finned pilot whales. *Canadian Journal of Zoology* 81: 1327-1338.
- Parsons, K.; J. Durban; D. Claridge; K. Balcomb; L. Noble & P. Thompson. 2003. Kinship as a basis for alliance formation between male bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the Bahamas. *Animal Behaviour* 66: 185-194.
- Pastor-Nieto, R. 2001. Grooming, kinship, and co-feeding in captive spider monkeys (*Ateles geoffroyi*). *Zoo Biology* 20: 293-303.

- Pérez-Barbería, F.J.; E. Robertson & I.J. Gordon. 2005. Are social factors sufficient to explain sexual segregation in ungulates? *Animal Behaviour* 69: 827-834.
- Quintana-Rizzo, E. & R. Wells. 2001. Resighting and association patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Cedar Keys, Florida: insights into social organization. *Canadian Journal of Zoology* 79: 447-456.
- Reeves, R.; P. Clapham; R. Brownell & G. Silber. 1998. Recovery plan for the blue whale (*Balaenoptera musculus*). National Marine Fisheries Service. Silver Spring, MD. 42 pp.
- Reeves, R.; B. Stewart; P. Clapham; & J. Powell. 2002. National Audubon Society guide to marine mammals of the world. Chanticleer Press. New York. pp. 234-237.
- Reynolds, J.E.; R.S. Wells & S.D. Eide. 2000. The bottlenose dolphin. Biology and conservation. University Press of Florida. Gainesville, FL. 289 pp.
- Richardson, J.W.; K. Finley; G. Miller; R. Davis; & W. Koski. 1995. Feeding, social and migration behavior of bowhead whales, *Balaena mysticetus*, in Baffin Bay VS. The Beaufort Sea – Regions with different amounts of human activity. *Marine Mammal Science* 11(1): 1- 45.
- Roden, G. I. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. En: Tj. H. van Andel & G. G. Shor (eds.) *Marine Geology of the Gulf of California*. American Association of Petroleum Geology Mem.3, Tulsa, OK. pp 30-58.
- Rosbach, K.; & D. Herzing. 1999. Inshore and offshore bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) communities distinguished by association patterns near Grand Bahama Island, Bahamas. *Canadian Journal of Zoology* 77: 581-592.
- Roosmalen, G.M.G van. 1985. Habitat preferences, diet, feeding strategy and social organization of the black spider monkey (*Ateles paniscus paniscus*, Linnaeus, 1758). *Sunnam-Acta Amazonica* 15(3-4): Suplemento. Set/dez.
- Ruckstuhl, K.E. & P. Neuhaus. 2000. Sexual segregation in ungulates: A new approach. *Behaviour* 137: 361-377.
- Rusnack, G.A.; R.L. Fisher & F.P. Shepard. 1964. Bathymetry and faults of the Gulf of California. En: Tj. H. van Andel & G. G. Shor (eds.) *Marine Geology of the Gulf of California*. American Association of Petroleum Geology Mem.3, Tulsa, OK. pp: 59-75.
- Sarmiento, F.O. 2001. *Diccionario de Ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. Ediciones Abya-Yala, Quito: CLACS-UGA, CEPEIGE,

AMA [Primera edición digital de *Diccionario de ecología*, a cargo de José Luis Gómez-Martínez y autorizada para Proyecto Ensayo Hispánico, Octubre 2001]. <http://www.ensayistas.org/critica/ecologia/diccionario.htm> Fecha de consulta: septiembre 2005.

Sears, R. 2002. Blue whale. En: Perrin, W.; B. Würsig & J.G.M. Thewissen (eds.) *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press. pp 112-114.

Sears, R.; M. Williamson; F. Wenzel; M. Berubé; D. Gendron & P. Jones. 1990. Photographic identification of the blue whale (*Balaenoptera musculus*) in the Gulf of St. Lawrence, Canada. *International Whaling Commission Report. Special Issue 12*. 335-342.

Sears, R.; C. Berchok; P. Palsboll; T. Doniol-Valcrose & C. Ramp. 2001. Gender related structure in blue whale (*Balaenoptera musculus*) pairs from eastern Canadian waters. *Abstracts of Thirteen Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*. Wailea, Hawaii. p. 169.

SEMARNAP. 2000. Programa de Manejo Parque Nacional Bahía de Loreto. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 185 pp.

Servín, J. & C. Huxley. 1993. El ámbito hogareño del coyote en un bosque de la Sierra Madre Occidental de México. *Cuadernos Mexicanos de Zoología* 1(1): 45-51.

Spong, G. & S. Creel. 2004. Effects of kinship on territorial conflicts among groups of lions, *Panthera leo*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 55: 325-331.

Stevick, P.T.; J. Allen; M. Berubé; P. Clapham; S. Katona; F. Larsen; J. Lien; D. Mattila; P.J. Palsbøll; J. Robbins; J. Sigurjónsson; T. Smith; N. Øien & P. Hammond. 2003. Segregation of migration by feeding ground origin in North Atlantic humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Journal of Zoology* 259: 231-237.

Tomilin, A.G. 1967. *Mammals of the U.S.S.R. and adjacent countries*. Volume IX, Cetacea. Smithsonian Institution and the National Science Foundation, U.S.A.

Tyack, P. 1986. Population biology, social behavior, and communication in whales and dolphins. *Trends in Ecology & Evolution* 1(6): 144-150.

Valsecchi, E.; P. Hale; P. Corkeron & W. Amos. 2002. Social structure in migrating humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Molecular Ecology* 11(3): 507.

Vashro, C.L.M. & D. DenDanto. 2001. Analysis of grouping behavior with respect to gender, group size, geographical, and temporal distribution of Gulf of Maine fin whales,

Balaenoptera physalus. Abstract of the Fourteen Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Vancouver, British Columbia, Canada.

Weinrich, M.T. 1991. Stable social associations among humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Southern Gulf of Maine. *Canadian Journal of Zoology* 69: 3012-3019.

Weinrich, M.T. & A. Kuhlberg. 1991. Short-term association patterns of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) groups on their feeding grounds in the southern Gulf of Maine. *Canadian Journal of Zoology* 69: 3005-3011.

Whitehead, H. 1989. Foraging formations of Galápagos sperm whale. *Canadian Journal of Zoology* 67: 2131-2139.

Whitehead, H. 1995. Investigating structure and temporal scale in social organizations using identified individuals. *Behavioral Ecology* 6 (2): 199-208.

Whitehead, H. 1997. Analyzing animal social structure. *Animal Behaviour* 53: 1053-1067.

Whitehead, H.; S. Waters & T. Lyrholm. 1991. Social organization of female sperm whales and their offspring: constant companions and casual acquaintances. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 29: 385-389.

Würsig, B.; J. Guerrero & G. Silber. 1993. Social and sexual behavior of bowhead whales in fall in the western arctic: a re-examination of seasonal trends. *Marine Mammal Science* 9(1): 103-110.

Yearsley, J.M. & J. Pérez-Barbería. 2005. Does the activity budget hypothesis explain sexual segregation in ungulates? *Animal Behaviour* 69: 257-267.

Yochem, P.K. & S. Leatherwood. 1985. Blue whale, *Balaenoptera musculus* (Linnaeus, 1758). En: S.H. Ridway & R. Harrison (eds.) *Handbook of marine mammals. Vol 3. The sirenians and baleen whales*. Academia Press, London. pp: 193-240.

Zavala-Hernández, V. 1996. Distribución de *Balaenoptera musculus* y *B. physalus* en función de algunos factores físicos, en la zona comprendida entre Bahía Magdalena y Punta Concepción, Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Iztacala, Edo. de México. 57 pp.



APÉNDICES

APÉNDICE 1. Programas Matlab

1.1 Programa limpieza

Programa realizado para la depuración de la base de datos existente.

```
clear;
a=wklread('feposasoc');
bueno=zeros(728,11);
malo=zeros(223,11);
kbueno=0;kmalo=0;
[cola loquesea]=size(a);
% detección de malos
for i=1:cola-1
    im1=i+1;
    if a(i,1)==a(im1,1)& a(i,2)==a(im1,2)
        I=find(a(i:cola,1)==a(i,1)&a(i:cola,2)==a(i,2));
        nbloque=length(I)-1;
        I1=find(a(i,3:11)~=0);long1=length(I1);
        for j=im1:im1+nbloque
            I2=find(a(j,3:11)~=0);long2=length(I2);
            if long1==long2 & isempty(setdiff(a(i,:),a(j,:)))
                kmalo=kmalo+1;
                malo(kmalo,:)=a(j,:);
            end
        end
    end
end
% empezamos otro proceso: depuración del archivo
for i=1:728
    coincidencias=0;
    for j=1:223
        if a(i,:)==malo(j,:);
            coincidencias=coincidencias+1;
        end
    end
    if coincidencias==0
        kbueno=kbueno+1;
        bueno(kbueno,:)=a(i,:);
    end
end
wklwrite('malo',malo);
wklwrite('bueno',bueno);
size(bueno)
```

1.2 Programa ibis

Función que crea la matriz `b` de frecuencia interacciones, cada ballena es un renglón y una columna y calcula el número de ballenas asociadas a cada una en el vector `namigos`

```
% [namigos,asoc,b,a]=ibis(name)

a=wklread(name);
ballenamax=max(max(a));
b=zeros(445,445);
[renga cola]=size(a);
for n=1:renga
    for i=1:cola
        for j=i:cola
            if a(n,j)~=0
                b(a(n,i),a(n,j))=b(a(n,i),a(n,j))+1;
                b(a(n,j),a(n,i))=b(a(n,j),a(n,i))+1;
            end
        end
    end
end

for i=1:445; b(i,i)=b(i,i)./2;end

for i=1:ballenamax;
    I=find(b(i,:)~=0);
    namigos(i)=length(I);
    asoc(i,1:length(I))=I;
end
wklwrite('asoci',asoc);
```

1.3 Programa ibisgraf22

Función donde se obtiene:

masfrec=indica cuales ballenas son las más vistas (populares).

masami= indica que ballenas tienen más asociaciones.

En masfrec, la I indica el número de ballena, y el d(I) indica el número de veces vista.

Cuando uno pregunta sobre las masfrec debe hacerlo con corchetes para que salgan las dos columnas.

En masami, la M indica el número de ballena, y el amigos(M) cuántos amigos tiene esa ballena. Para preguntar se puede poner amigos(ID de la ballena) o con corchetes como el anterior.

RECORDAR que I y M (masfrec y masami) están mostrando las ballenas con más de 5 avistamientos y con más de 10 amigos. Eso lo puedes cambiar en las líneas 26 y 28, dependiendo de cuántos datos quieres manejar de acuerdo a las más frecuentes o las más amigueras.

```
% function ibisgraf(k)
% k=incremento de ballenas para c/grafica
clear all;
k=50;
[namigos,asoc,b,a]=ibis('asocdir');
d=diag(b);
[nball,nami]=size(asoc);
nt=ceil(nball/k);
for i=1:nt
    inicio=k*(i-1)+1;
    fin=i*k;
    if fin>nball,fin=nball;end
    h=figure;
    set(h,'Position',[292 242 760 325])
    % bar(k*(i-1)+1:i*k,namigos(k*(i-1)+1:i*k),'w');
    bar(inicio:fin,namigos(inicio:fin),'w');
    axis([k*(i-1) i*k+1 0 35])
    xlabel('No. de ballena')
    ylabel('No. de asociaciones directas')
    h2=figure;
    set(h2,'Position',[292 242 760 325])
    %bar(k*(i-1)+1:i*k,d(k*(i-1)+1:i*k),'w')
    bar(inicio:fin,d(inicio:fin),'w');
    axis([k*(i-1) i*k+1 0 65])
    xlabel('No. de ballena')
    ylabel('No. de avistamientos')
end
I=find(d>=15);
wklwrite('masfrec',[I,d(I)]);
M=find(namigos>=10);
wklwrite('masami',[M;namigos(M)]);
```

1.4 Programa fieles

Función de donde se obtiene el número de veces en que dos ballenas han estado juntas.

```
[namigos,asoc,b]=ibis('bueno');
maxb=max(max(b));
for ii=1:445;b(ii,ii)=0;end
for j=maxb:-1:1
    for i=1:445;I=find(b(i,:)==j);
        if ~isempty(I);
            disp([j i I]);
        end
    end
end
```

1.5 Programa fusiones

Función que sirve para construir y/o fusionar grupos de acuerdo a las intersecciones de sus miembros.

```
function g=fusion(name,k)
% k es el criterio de intersección. Es decir cuantos individuos comparten
los grupos núcleo previamente encontrados.
% g es el tarugo. Es el resultado de la unión entre grupos que comparten k
individuos.
a=wkload(name);
[renga cola]=size(a);
g=zeros(renga,cola,60);
cuenta=0;
for i=1:renga
    for j=i+1:renga
INTER=intersect(a(i,:),a(j,:));INTER=setdiff(INTER,[0]);UNIONGRANDE=union(a
(i,:),a(j,:));
        if length(INTER)>=k
            UNI=union(a(i,:),a(j,:));[i j]
            g(i,j,1:length(UNI))=UNI;cuenta=cuenta+1;
        end
    end
end
cuenta
['numero de ballenas=' num2str(length(UNIONGRANDE))]
```

1.6 Programa grupos2 (Dr. Víctor Gómez Muñoz)

```
function T=grupos2(X,metrica,metodo,p)
% T=grupos1(X,metrica,metodo,p)
% T=Vector con el n[umero de grupo correspondiente a cada elemento;
p=#grupos
% X= la matriz mxn de m observaciones y n variables
% metrica= 1, 2, 3, 4 o 5 si:
%     'euclid'      --- Euclidean metric
%     'seuclid'    --- Standardized Euclid metric
%     'cityblock'  --- City Block metric
%     'mahal'      --- Mahalanobis metric
%     'minkowski'  --- Minkowski metric
% metodo = 1, 2, 3, 4, 5 si:
%     'single'     --- nearest distance
%     'complete'  --- furthest distance
%     'average'    --- average distance
%     'centroid'  --- center of mass distance
%     'ward'      --- inner squared distance

tx='';
ty='';
col=0.6.*[1 0 0;0 1 0; 0 0 1;1 1 0;1 0 1;0 1 1;0 0 0];

%Y=wk1read(Datos);
%X=Y;
%X=Y';
switch metrica
case 1
    s='euclid';
case 2
    s='seuclid';
case 3
    s='cityblock';
case 4
    s='mahal';
case 5
    s='minkowski';
otherwise
    s='seuclid';
end

switch metodo
case 1
    method='single';
case 2
    method='complete';
case 3
    method='average';
case 4
    method='centroid';
case 5
```

```

        method='ward';
    otherwise
        method='complete';
    end

    %p=0;
    t=2;
    Y = pdist(X,s,t);
    Z = linkage(Y, method);
    h= dendrogram(Z,0);
    anos=[1985 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000
    2001 2002 2003];

    if p~=0
        T = cluster(Z,p);
        ngrupos=max(T);
        for i=1:ngrupos
            grupo=find(T==i);
            n=length(grupo);
            gruptext='';
            for j=1:n
                tex=sprintf(' %3.0f',grupo(j));
                gruptext=strcat(gruptext,tex);
            end
            grupnum=sprintf('Group %3.0f:',i);
            texto=strcat(grupnum,gruptext)
            figure; hold on;
            %axis([1 12 200 1000]);
            radg=[];
            for k=1:n
                rad=X(grupo(k),:);plot(anos,rad);
                title(texto,'FontSize',12);
                %xlabel(tx,'FontSize',12);
                ylabel(ty,'FontSize',12);
                radg=[radg;rad];
            end
            radmed(i,:)=mean(radg);
            plot(anos,radmed(i,:), 'r', 'LineWidth',2);
        end
        figure;hold on;
        %axis([1 12 200 1000]);
        for i=1:ngrupos
            if i<9
                subplot(8,1,i);plot(anos,radmed(i,:), 'LineWidth',2);
                text(1984.5,0.7,['G ' num2str(i)]);
            else
                if i==9, figure;end
                subplot(9,1,i-8);plot(anos,radmed(i,:), 'LineWidth',2)
                text(1984.5,0.7,['G ' num2str(i)]);
            end
        end
        end
        %xlabel(tx,'FontSize',8); ylabel(ty,'FontSize',8);

    End

```

NOTA: Los programas para meses y zonas son iguales al anterior, salvo con algunas pequeñas adaptaciones de letreros.

APÉNDICE 2. Tablas de asociación: Solitarios.

As: Número de avistamientos en el que el individuo A se avistó solo

AT: Número total de avistamientos del individuo A

II: Índice de individualidad

Aquellos individuos con un $II=100$ fueron los considerados como individuos solitarios (individuos siempre solos).

ID	SEXO	As	AT	II
379	H	2	2	100
363	M	3	3	100
357	H	3	3	100
355	-	2	2	100
353	M	2	2	100
266	H	4	4	100
260	-	3	3	100
237	H	2	2	100
179	-	2	2	100
135	M	3	3	100
134	H	2	2	100
14	-	2	2	100
1	H	11	14	78
335	M	3	4	75
253	H	6	8	75
40	M	3	4	75
409	H	2	3	66
402	-	2	3	66
276	H	2	3	66
198	M	2	3	66
173	H	2	3	66
141	-	2	3	66
23	H	2	3	66
282	H	3	5	60
7	-	3	5	60
249	M	4	7	57
49	M	4	7	57

35	H	9	16	56
142	M	5	9	55
60	M	5	9	55
12	M	5	9	55
352	NO	1	2	50
310	H	1	2	50
290	H	1	2	50
278	M	1	2	50
250	H	4	8	50
240	M	3	6	50
239	H	1	2	50
218	M	1	2	50
215	M	1	2	50
203	NO	1	2	50
192	NO	2	4	50
181	H	1	2	50
172	H	1	2	50
152	NO	1	2	50
144	NO	1	2	50
130	H	4	8	50
117	M	1	2	50
116	M	1	2	50
113	H	1	2	50
75	H	1	2	50
74	H	2	4	50
57	H	1	2	50
41	H	3	6	50
29	H	2	4	50
119	H	7	15	46
184	H	3	7	42
127	H	3	7	42
129	H	5	12	41
298	H	2	5	40
171	H	2	5	40
124	H	11	27	40
67	M	2	5	40
65	H	4	10	40
4	M	2	5	40
374	M	1	3	33

303	M	1	3	33
300	NO	1	3	33
267	H	1	3	33
136	H	2	6	33
131	H	6	18	33
79	NO	1	3	33
59	H	1	3	33
42	NO	1	3	33
24	NO	1	3	33
2	NO	1	3	33
6	H	6	22	27
99	H	1	4	25
73	-	1	4	25
50	H	1	4	25
46	H	1	4	25
8	-	1	4	25
3	H	1	4	25
78	-	1	6	15

APÉNDICE 3. Tablas de asociación: Hembras con cría

ID HEMBRA	ID CRÍA	ID CRÍA	ID CRÍA
4	-	-	
6	-	78	
19	20 (H)	70	
22	-	145	
23	-		
29	30		
35	-		
50	51		
52	53		
54	55		
57	58		
59	-		
66	67 (M)		
72	-		
75	76		
105	-		
119	307		
120	121		
124	191 (M)	306	415
127	331		
131	176	418	
136	394		
143	144		
148	149		
165	166		

ID HEMBRA	ID CRÍA	ID CRÍA	ID CRÍA
171	293 (M)	421	
172	340		
184	300		
185	194		
187	188		
224	225 (M)		
232	233		
235	236		
239	240 (M)		
241	242		
247	248 (M)		
250	309	376	
254	255		
280	281		
282	283 (M)		
284	285 (M)		
290	291		
298	299	416	
315	316		
349	-		
404	405		
419	420		
424	425		
171	293 (M)	421	
172	340		

Existen ocho crías con el sexo determinado, el cual se muestra entre paréntesis al lado del número de su ID.

APÉNDICE 4. Tablas de asociación: Pares

3.1 Pares con el sexo - determinado

FECHA	ID 1	ID 2
03/04/85	440	441
26/03/90	16	17
18/03/93	24	27
05/04/94	63	64
19/02/95	79	80
26/03/97	203	204
03/04/97	211	212
05/03/02	381	382
06/03/02	407	410

3.2 Pares con ambos sexos determinados

Hembras		
FECHA	ID	ASS1
13/03/91	131	35
06/04/94	6	65
25/03/94	52	59
24/03/94	59	52
04/03/95	35	6
03/04/95	35	4
05/02/96	128	129
11/03/97	136	124
13/03/99	65	124
26/02/99	129	267
26/02/99	131	267
27/02/99	267	131
12/03/02	50	119
05/03/02	119	50
04/02/02	129	372
06/03/02	184	384

Machos		
FECHA	ID	ASS1
12/03/91	117	116
12/04/99	288	289
11/03/03	60	249

Mixtos		
FECHA	ID	ASS1
12/04/94	3 (H)	169 (M)
03/04/98	1 (H)	249 (M)
05/04/98	130 (H)	49 (M)
04/04/98	130 (H)	49 (M)
04/04/98	253 (H)	252 (M)
30/03/99	65 (H)	240 (M)
03/03/01	119 (H)	346 (M)
07/03/02	385 (H)	387 (M)
08/03/02	385 (H)	198 (M)
20/01/03	310 (H)	413 (M)
26/03/03	136 (H)	12 (M)

3.3 Pares con sólo un sexo determinado

Hembra		
FECHA	ID 1	ID 2
14/03/88	3 (H)	2 (-)
21/03/88	6(H)	5 (-)
22/03/88	6 (H)	5 (-)
07/03/89	29 (H)	8 (-)
13/03/91	119 (H)	39 (-)
26/03/93	6 (H)	28 (-)
24/02/97	65 (H)	174(-)
24/02/97	173 (H)	17(-)
05/04/97	216 (H)	217(-)
30/03/98	119 (H)	39 (-)
16/03/98	1 (H)	183(-)
05/04/98	119 (H)	39(-)
10/03/99	124 (H)	2 (-)
10/03/99	99 (H)	79 (-)
06/03/99	271 (H)	270 (-)
10/03/99	124 (H)	275 (-)
10/03/99	129 (H)	166(-)
18/01/00	192 (H)	297 (-)
24/01/01	107(H)	328(-)
06/02/01	253 (H)	329(-)
24/01/01	276 (H)	327(-)
05/03/02	409 (H)	407(-)
22/02/03	50 (H)	412(-)

Macho		
FECHA	ID 1	ID 2
10/03/97	60 (M)	186 (-)
05/04/97	218 (M)	222 (-)
05/04/97	219 (M)	220 (-)
02/03/01	67(M)	359 (-)
01/03/01	335 (M)	354 (-)
22/03/02	278 (M)	408 (-)
05/03/02	346 (M)	411 (-)
14/02/02	374 (M)	378 (-)
07/02/96	133 (M)	132 (-)
11/03/97	189 (M)	152 (-)
24/02/97	142 (M)	166 (-)
28/02/01	364 (M)	352 (-)
29/03/01	368 (M)	367 (-)

APÉNDICE 5. Tablas de asociación: Tríos

4.1 Tríos con sexo - determinado

FECHA	ID 1	ID 2	ID 3
11/03/91	116	7	115
11/03/94	36	37	38
14/03/94	38	42	39
07/03/98	244	245	246

4.2 Tríos con un sexo determinado

FECHA	ID 1	ID 2	ID 3
21/03/90	3 (H)	11 (-)	14 (-)
14/03/94	44 (-)	45 (-)	46 (H)
04/04/94	60 (M)	61 (-)	63 (-)
07/04/94	71 (-)	72 (H)	73 (-)
05/04/98	7 (-)	12 (M)	258 (-)
08/03/02	328 (-)	390 (-)	391 (H)

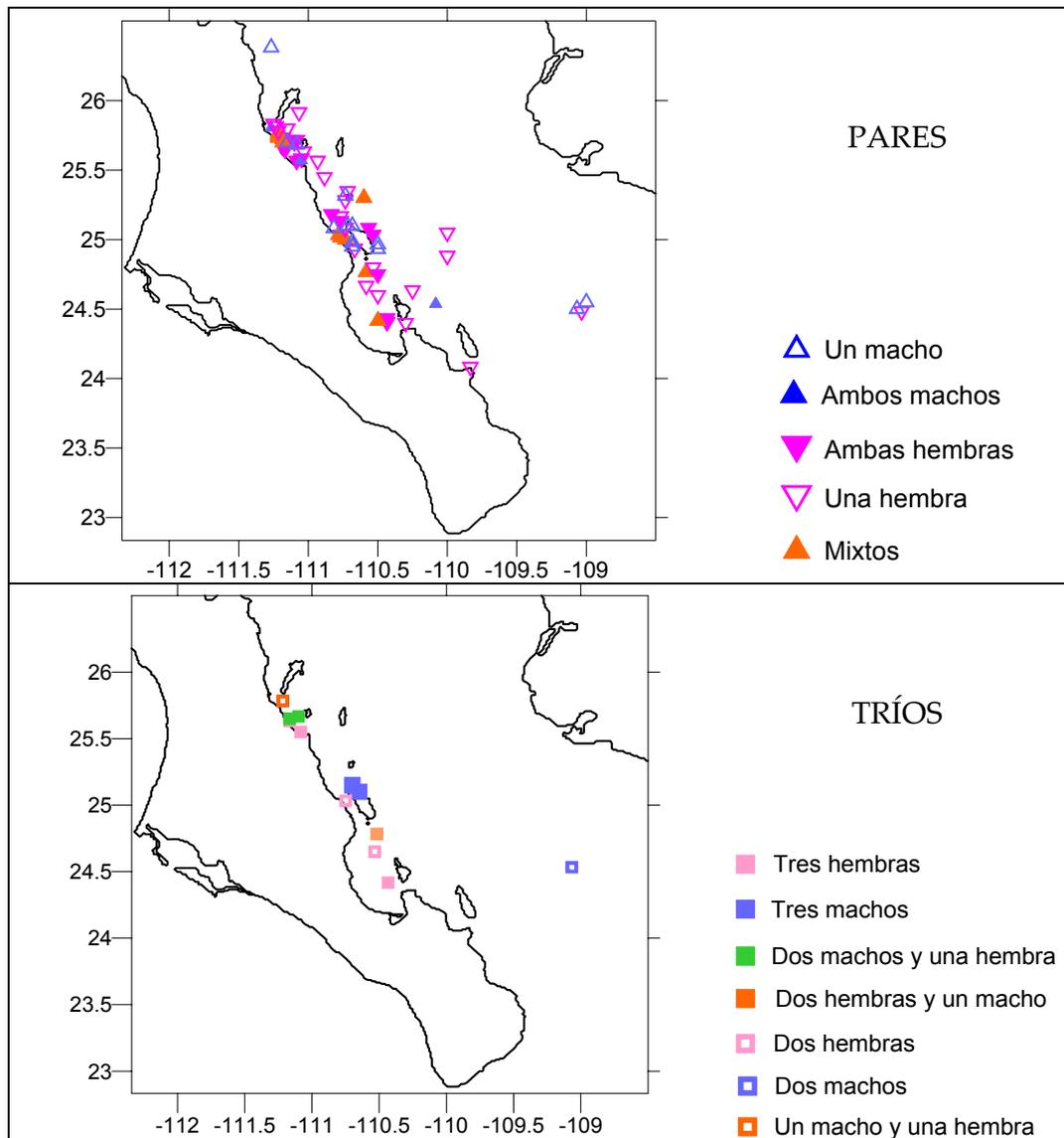
4.3 Tríos con dos sexos determinados

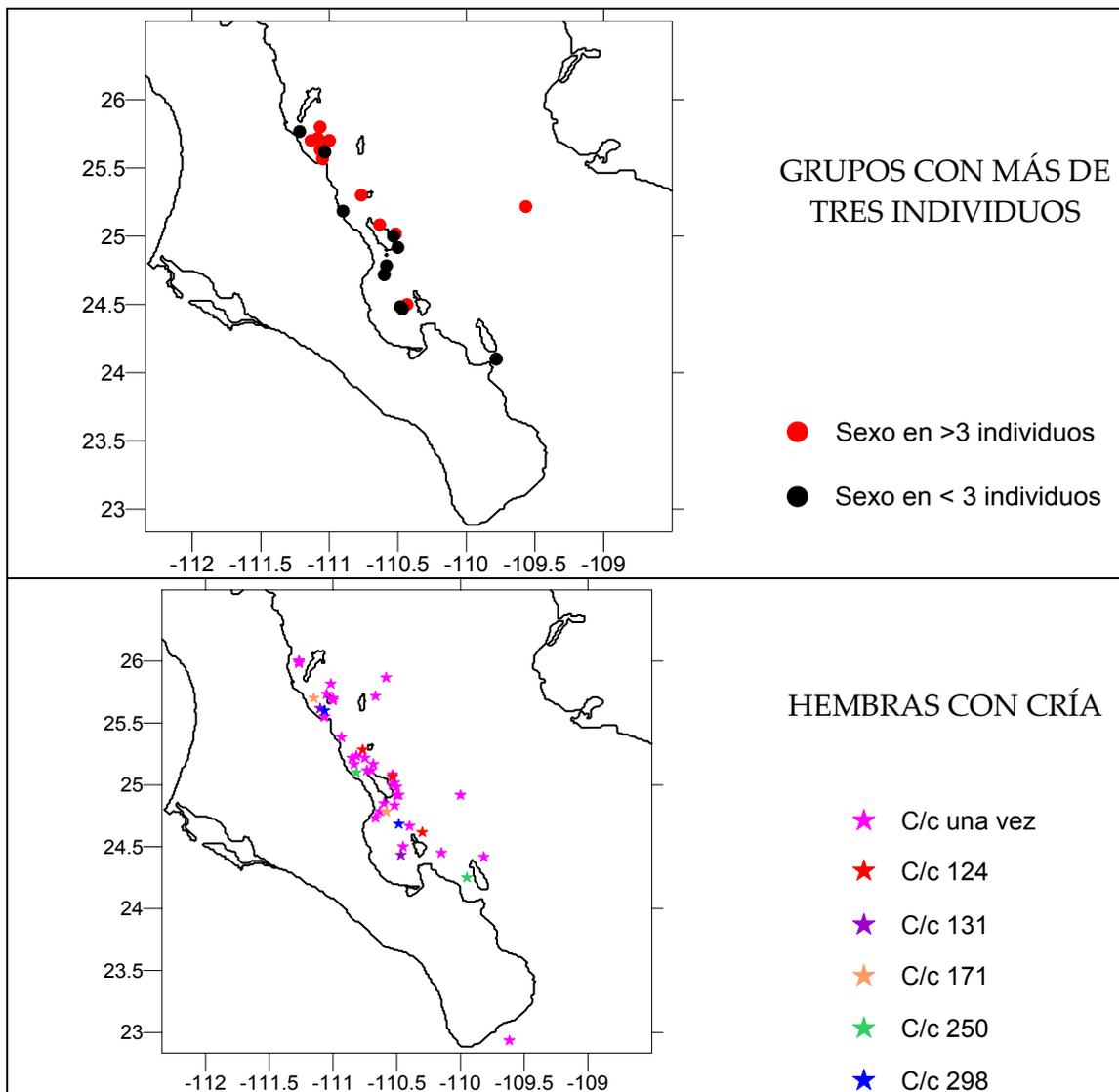
FECHA	ID 1	ID 2	ID 3
13/04/94	73 (-)	74 (H)	75 (H)
04/04/97	213 (M)	214 (-)	215 (M)
03/03/01	99 (H)	131 (H)	362 (-)
26/03/03	124 (H)	423 (M)	431 (-)
26/03/03	423 (M)	12 (M)	431 (-)

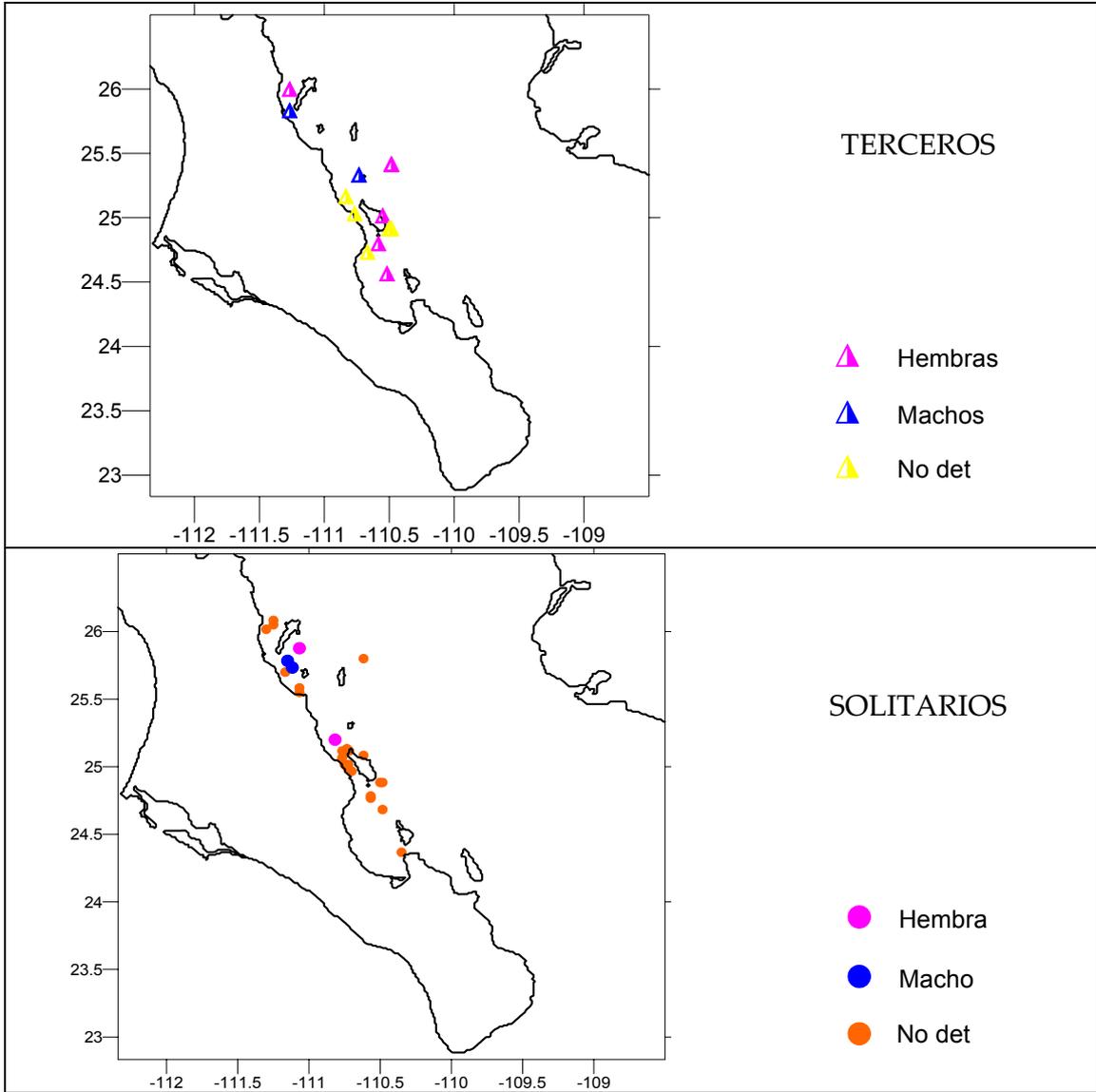
4.4 Tríos con los tres sexos determinados

FECHA	ID 1	ID 2	ID 3
13/03/91	35 (H)	131 (H)	119 (H)
04/03/95	4 (H)	6 (H)	35 (H)
26/02/99	267 (H)	129 (H)	131 (H)
27/02/99	131 (H)	142 (M)	249 (M)
08/03/00	303 (M)	304 (M)	135 (M)
13/03/00	303 (M)	304 (M)	135 (M)
06/03/02	383 (M)	384 (H)	184 (H)
12/03/02	49 (M)	130 (H)	60 (M)

APÉNDICE 6. Mapas de asociación directa







APÉNDICE 7. Número de re-avistamientos para cada individuo

ID	Re-avistamientos	ID	Re-avistamientos	ID	Re-avistamientos	ID	Re-avistamientos	ID	Re-avistamientos
1	19	51	4	101	0	151	0	201	0
2	5	52	6	102	0	152	2	202	1
3	7	53	4	103	0	153	0	203	3
4	7	54	6	104	0	154	0	204	2
5	2	55	6	105	0	155	0	205	5
6	38	56	3	106	0	156	0	206	5
7	9	57	4	107	2	157	0	207	5
8	4	58	3	108	0	158	0	208	5
9	1	59	4	109	0	159	0	209	5
10	1	60	16	110	0	160	0	210	1
11	4	61	4	111	0	161	0	211	2
12	19	62	3	112	0	162	0	212	2
13	3	63	5	113	1	163	0	213	3
14	6	64	4	114	0	164	0	214	3
15	0	65	18	115	3	165	1	215	4
16	3	66	5	116	5	166	7	216	2
17	4	67	9	117	4	167	1	217	2
18	1	68	3	118	1	168	1	218	3
19	6	69	0	119	27	169	2	219	2
20	10	70	2	120	4	170	0	220	2
21	1	71	3	121	4	171	9	221	0
22	10	72	3	122	1	172	3	222	2
23	3	73	11	123	1	173	3	223	1
24	8	74	8	124	61	174	2	224	5
25	5	75	9	125	0	175	1	225	5
26	5	76	6	126	9	176	4	226	1
27	7	77	2	127	18	177	0	227	0
28	5	78	23	128	13	178	1	228	0
29	6	79	5	129	37	179	2	229	0
30	2	80	2	130	17	180	1	230	0
31	1	81	0	131	39	181	5	231	0
32	1	82	0	132	15	182	4	232	3
33	0	83	1	133	6	183	9	233	3
34	0	84	0	134	6	184	17	234	4
35	30	85	0	135	6	185	11	235	2
36	3	86	0	136	18	186	2	236	2
37	3	87	0	137	12	187	4	237	2
38	5	88	7	138	8	188	4	238	1
39	8	89	0	139	0	189	2	239	3
40	7	90	0	140	14	190	1	240	10
41	15	91	0	141	11	191	7	241	2
42	4	92	0	142	20	192	5	242	2
43	1	93	0	143	10	193	1	243	1

44	3
45	3
46	8
47	2
48	0
49	19
50	8

94	0
95	0
96	0
97	0
98	0
99	6
100	0

144	10
145	10
146	10
147	1
148	2
149	2
150	0

194	10
195	1
196	1
197	1
198	4
199	0
200	0

244	3
245	3
246	3
247	2
248	2
249	11
250	12

ID	Re-avistamientos
251	1
252	2
253	10
254	2
255	2
256	0
257	0
258	3
259	0
260	3
261	1
262	1
263	0
264	0
265	1
266	4
267	5
268	0
269	1
270	2
271	2
272	1
273	0
274	0
275	1
276	4
277	1
278	3
279	1
280	2
281	2
282	7
283	4
284	4
285	4
286	1
287	1
288	2

ID	Re-avistamientos
301	3
302	0
303	4
304	3
305	1
306	3
307	4
308	0
309	2
310	3
311	1
312	1
313	1
314	1
315	2
316	2
317	1
318	0
319	1
320	0
321	0
322	0
323	0
324	0
325	0
326	0
327	2
328	5
329	2
330	1
331	2
332	1
333	1
334	1
335	5
336	1
337	1
338	1

ID	Re-avistamientos
351	1
352	3
353	2
354	2
355	2
356	1
357	3
358	1
359	2
360	0
361	0
362	3
363	3
364	3
365	1
366	1
367	2
368	2
369	1
370	1
371	1
372	2
373	1
374	4
375	1
376	6
377	1
378	2
379	2
380	1
381	2
382	2
383	2
384	5
385	4
386	1
387	2
388	1

ID	Re-avistamientos
401	4
402	6
403	0
404	2
405	2
406	1
407	3
408	2
409	3
410	2
411	2
412	2
413	2
414	1
415	4
416	2
417	1
418	7
419	2
420	2
421	2
422	1
423	4
424	2
425	2
426	0
427	0
428	0
429	0
430	1
431	3
432	1
433	0
434	0
435	1
436	0
437	0
438	0

289	2
290	3
291	2
292	0
293	5
294	1
295	1
296	1
297	2
298	8
299	4
300	6

339	1
340	2
341	1
342	1
343	1
344	1
345	1
346	5
347	0
348	1
349	1
350	1

389	1
390	3
391	4
392	1
393	1
394	2
395	1
396	1
397	1
398	1
399	1
400	4

439	1
440	2
441	2
442	0
443	0
444	0
445	1

APÉNDICE 8. Número de asociaciones directas para cada individuo

ID	Asociaciones	ID	Asociaciones	ID	Asociaciones	ID	Asociaciones	ID	Asociaciones
1	5	51	4	101	0	151	0	201	0
2	3	52	5	102	0	152	2	202	1
3	7	53	4	103	0	153	0	203	2
4	4	54	4	104	0	154	0	204	2
5	2	55	4	105	0	155	0	205	5
6	11	56	3	106	0	156	0	206	5
7	6	57	3	107	2	157	0	207	5
8	6	58	3	108	0	158	0	208	5
9	1	59	2	109	0	159	0	209	5
10	1	60	8	110	0	160	0	210	1
11	5	61	4	111	0	161	0	211	2
12	13	62	4	112	0	162	0	212	2
13	5	63	5	113	1	163	0	213	3
14	5	64	4	114	0	164	0	214	3
15	0	65	10	115	4	165	3	215	3
16	1	66	3	116	4	166	7	216	2
17	2	67	4	117	4	167	1	217	2
18	1	68	3	118	3	168	1	218	2
19	4	69	0	119	13	169	2	219	2
20	6	70	4	120	4	170	0	220	2
21	1	71	3	121	4	171	4	221	0
22	9	72	3	122	4	172	2	222	2
23	1	73	7	123	4	173	2	223	1
24	5	74	5	124	30	174	2	224	5
25	5	75	6	125	0	175	1	225	5
26	5	76	6	126	8	176	2	226	1
27	5	77	4	127	9	177	0	227	0
28	4	78	8	128	9	178	1	228	0
29	3	79	3	129	23	179	1	229	0
30	2	80	2	130	7	180	1	230	0
31	1	81	0	131	20	181	7	231	0
32	1	82	0	132	13	182	7	232	3
33	0	83	1	133	6	183	7	233	3
34	0	84	0	134	5	184	12	234	4
35	14	85	0	135	3	185	8	235	2
36	3	86	0	136	13	186	2	236	2
37	3	87	0	137	8	187	2	237	1
38	5	88	7	138	8	188	2	238	1
39	6	89	0	139	0	189	2	239	2
40	4	90	0	140	8	190	1	240	5
41	11	91	0	141	9	191	7	241	2

42	4	92	0	142	13	192	4	242	2
43	2	93	0	143	9	193	5	243	1
44	3	94	0	144	9	194	6	244	3
45	3	95	0	145	9	195	1	245	3
46	5	96	0	146	9	196	1	246	3
47	2	97	0	147	1	197	1	247	3
48	0	98	0	148	2	198	2	248	3
49	12	99	4	149	2	199	0	249	5
50	6	100	0	150	0	200	0	250	4

ID	Asociaciones
251	1
252	2
253	3
254	2
255	2
256	0
257	0
258	3
259	0
260	1
261	1
262	1
263	0
264	0
265	1
266	1
267	3
268	0
269	1
270	2
271	2
272	1
273	0
274	0
275	2
276	2
277	1
278	2
279	1
280	2
281	2
282	2
283	2
284	2
285	2

ID	Asociaciones
301	5
302	0
303	3
304	3
305	1
306	2
307	2
308	0
309	2
310	2
311	1
312	1
313	1
314	1
315	2
316	2
317	1
318	0
319	1
320	0
321	0
322	0
323	0
324	0
325	0
326	0
327	2
328	4
329	2
330	1
331	2
332	1
333	1
334	1
335	2

ID	Asociaciones
351	1
352	2
353	1
354	2
355	1
356	1
357	1
358	1
359	2
360	0
361	0
362	3
363	1
364	2
365	1
366	1
367	2
368	2
369	1
370	1
371	1
372	2
373	1
374	2
375	1
376	3
377	1
378	2
379	1
380	1
381	2
382	2
383	3
384	3
385	3

ID	Asociaciones
401	4
402	4
403	0
404	2
405	2
406	1
407	3
408	2
409	2
410	2
411	2
412	2
413	2
414	1
415	2
416	2
417	1
418	3
419	2
420	2
421	2
422	1
423	4
424	2
425	2
426	0
427	0
428	0
429	0
430	1
431	4
432	1
433	0
434	0
435	1

286	1
287	1
288	2
289	2
290	2
291	2
292	0
293	3
294	1
295	1
296	1
297	2
298	3
299	2
300	5

336	1
337	1
338	1
339	1
340	2
341	1
342	1
343	1
344	1
345	1
346	3
347	0
348	1
349	1
350	1

386	1
387	2
388	1
389	1
390	3
391	3
392	1
393	1
394	2
395	1
396	1
397	1
398	1
399	1
400	4

436	0
437	0
438	0
439	1
440	2
441	2
442	0
443	0
444	0
445	1

APÉNDICE 10. Grupos formados por registro anual

G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17
2	50	1*	99	7	5	16	41*	4	11	6*	189	83	3	8	289	88
254	54	223	115	18	17	116	59	29	39	14	364	175	13	9	294	152
255	61	242	226	19	22	119*	83	35*	42	52	365	184*	27	10	300	172
260	117	245	241	20		126	145	70	73	65*	366	188	28	12*	344	191
261	255	250		21		127			74	174	367	190	30	80	376	312
262	265			23		128			75	217	368	291	31	107	400	313
266	272			24		129*			77	219	369	293	32	113	404	314
267				25		131*			78	220	370	295	36	166	405	315
269				26		132			79	222	371	296	37	167	406	316
270						133			147	224	372	297	38	168	407	317
271						134			149	225	373	298	40	169	408	319
275						136*				232	374	299	44	171	409	327
276						137				234	375	301	45	173	410	328
277						138				235	377	303	46	176	411	329
278						140				236	378	304	47	178	412	330
279						141				237	379	305	49*	179	413	331
280						142*				238	380	306	51	180	414	332
281						143				239	381	307	55	181	415	333
282						144				240	382	309	56	183	416	334
283										243	383	310	57	183	417	335
284										244	384	311	58	185	418	336
285										246	385		60	186	419	337
286										247	386		62	187	420	338
287										248	387		63	188	421	339
2										249	388		64	190	422	340
254										251	389		66	192		341
255										252	390		67	194		342
260										253	391		68	195		343
261											392		76	196		345
262											393		146	197		346
266											394			198		348
267											395			202		349
											396			203		350
											397			204		351
											398			205		352
											399			206		353
											401			207		354
											402			208		355
														209		356
														210		357
														211		358
														212		359
														213		362

328						55	189	254	362	419			
329						56	190	255	363	420			
330						57	192	258	364	421			
331						59	194	260	365	422			
332						60	195	265	366	423			
333						61	196	266	367	424			
334						62	197	267	372	425			
335													
336													

APÉNDICE 10.2 Grupos formados por registro espacial

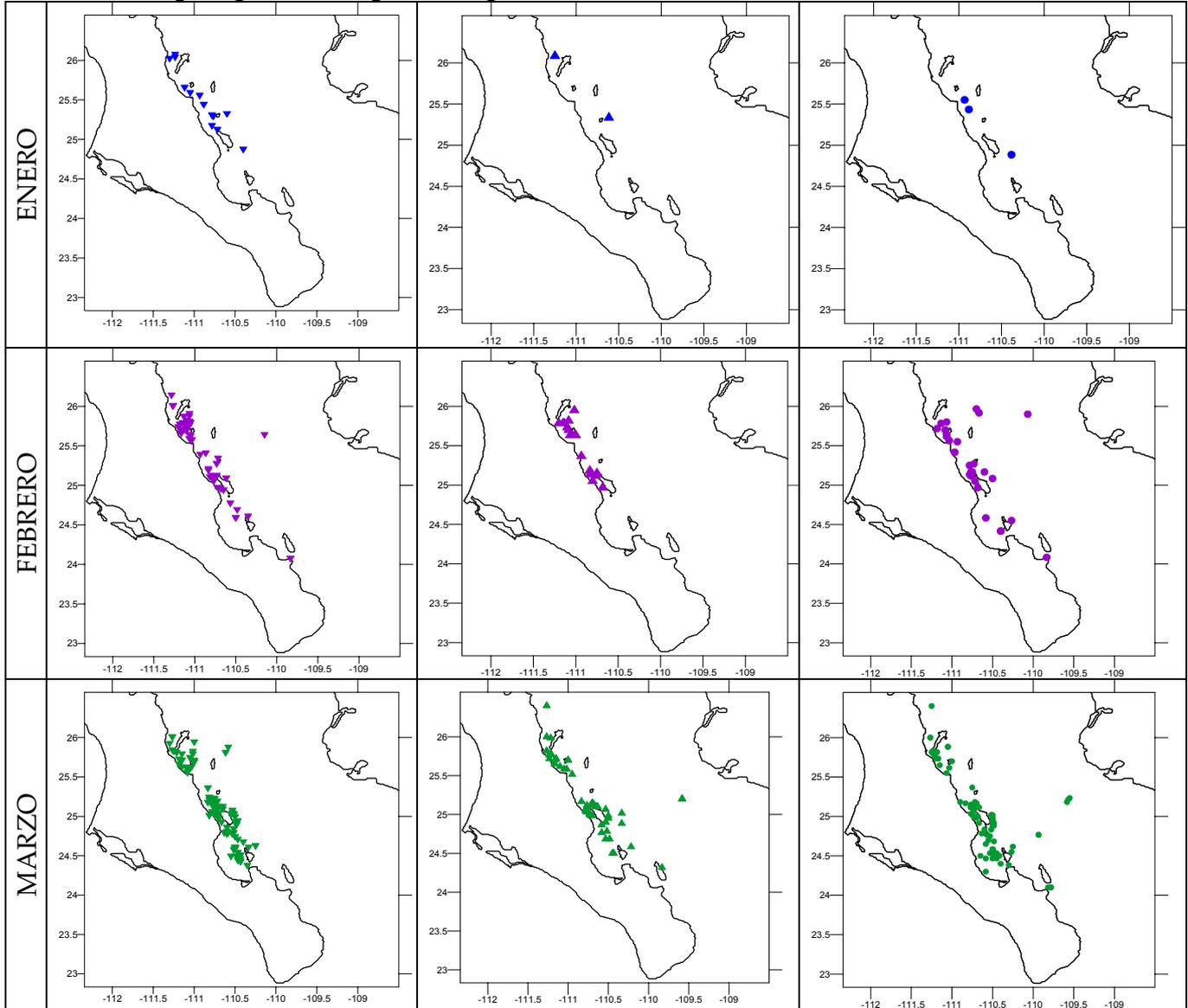
G1	G2	G3	G4	G5		G6		G7			G8	G9
1*	7	2	45	22	369	4	366	9	195	365	8	136*
29	12*	3	65*	107	401	5	375	30	196	370	21	202
32	36	6	116	115	402	10	376	33	197	371	24	203
37	144	14	117	126	404	11	377	39	198	372	25	204
38	275	19	127	128	405	13	378	40	225	373	26	205
57	296	23	129*	130	406	16	379	41*	234	374	27	206
58	304	35*	131*	132	407	17	380	42	235	381	46	207
78	317	63	134	133	412	18	384	44	243	382	223	208
119*		73	141	135	413	20	385	47	244	383	224	209
124*		74	142*	137	414	28	386	49*	245	409	237	210
239		79	172	138	415	31	387	50	270	410	408	211
249		166	182	140	416	51	388	54	272	411		212
271		183	258	143	417	52	394	55	276			213
295		186	262	145	418	59	396	56	277			214
		187	299	226	419	60	397	64	278			215
		191	306	232	420	61	399	66	298			216
		279	331	238	421	62	400	67	300			217
		280	342	240	422	80		68	301			218
		297	349	241	423	83		70	329			219
		351	357	242	424	120		75	330			220
		398		246	425	121		76	333			222
				247	430	167		77	334			389
				248	431	168		88	335			390
				250	432	169		99	336			391
				251	435	236		113	337			392
				252		265		146	338			393
				253		266		147	339			395
				254		267		149	340			
				255		269		152	341			
				260		281		171	343			
				261		282		173	344			
				307		283		174	345			
				309		284		175	346			
				310		285		176	348			

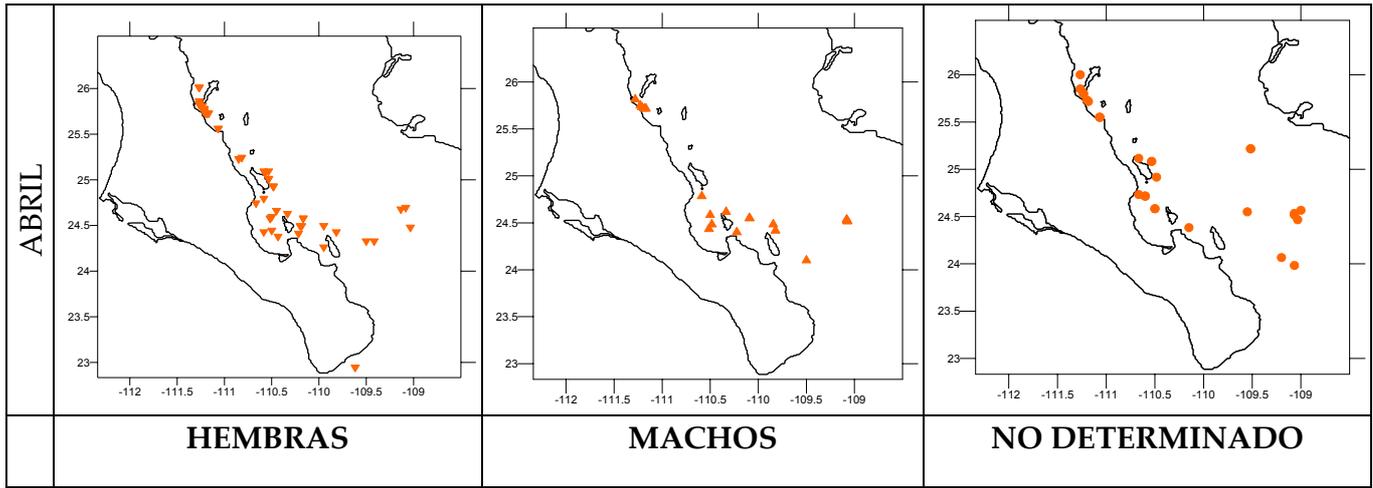
				311		286		178	350			
				312		287		179	352			
				313		288		180	353			
				314		289		181	354			
				316		290		184*	355			
				319		291		185	356			
				327		293		188	358			
				328		294		189	359			
				332		303		190	362			
				367		305		192	363			
				368		315		194	364			

Los números marcados con asterisco y en negritas indican los individuos núcleo.

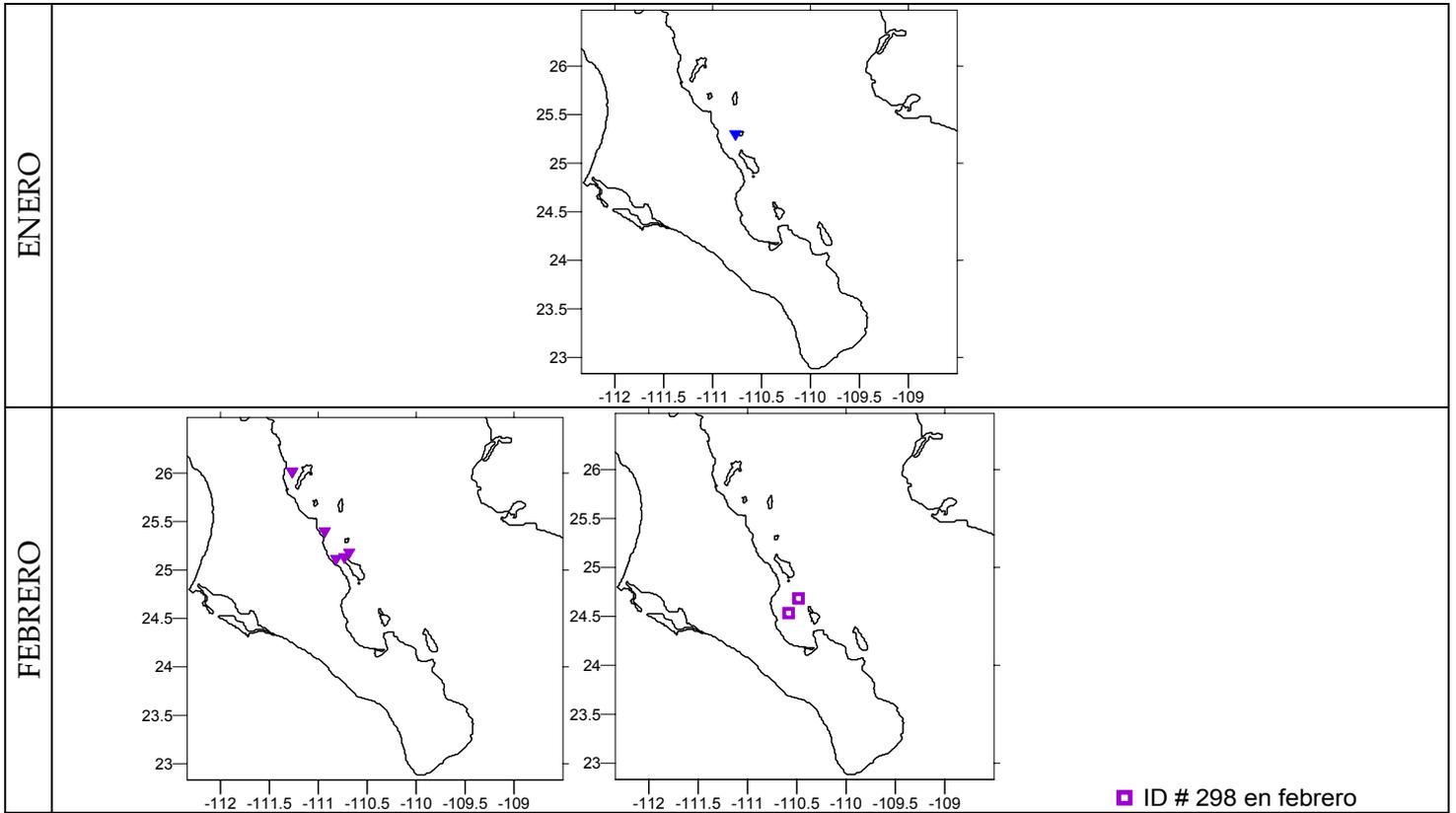
APÉNDICE 11. Mapas mensuales de avistamientos en el Suroeste del Golfo de California.

16.1 Mapas generales por categorías de sexo determinado

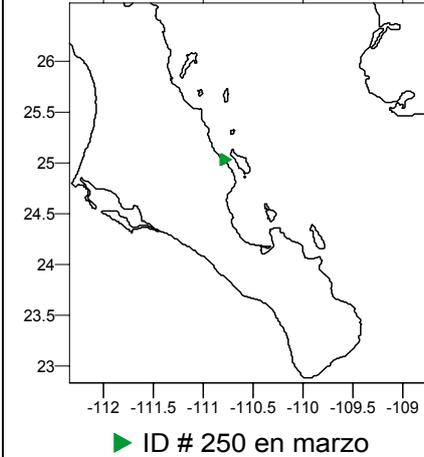
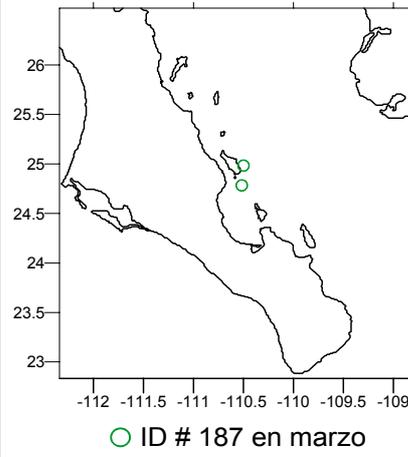
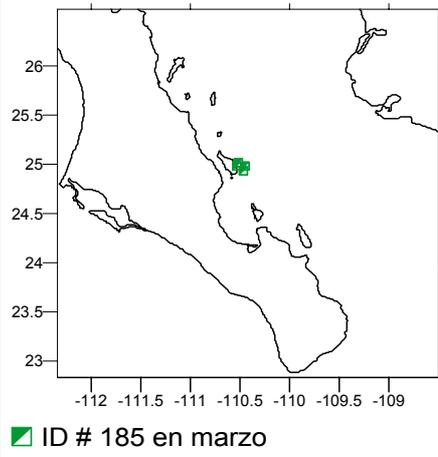
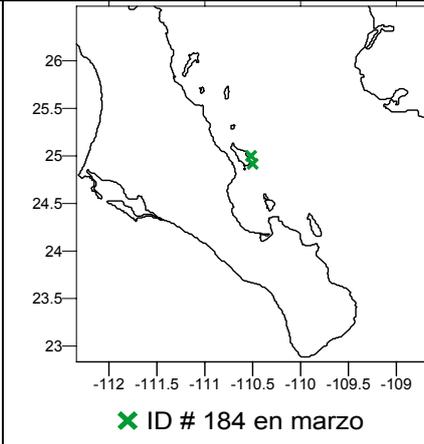
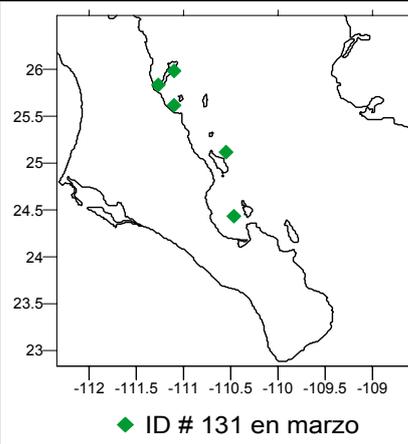
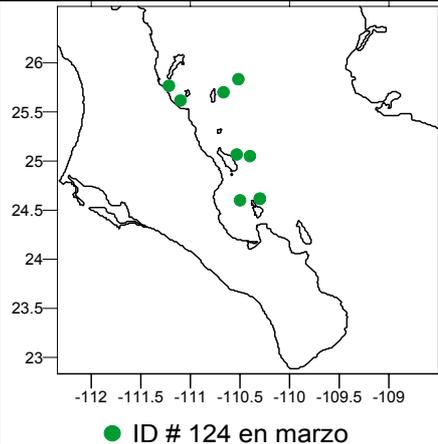
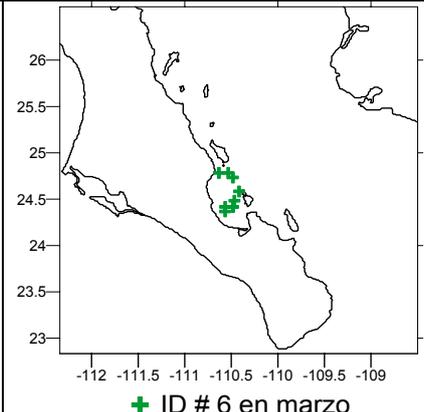
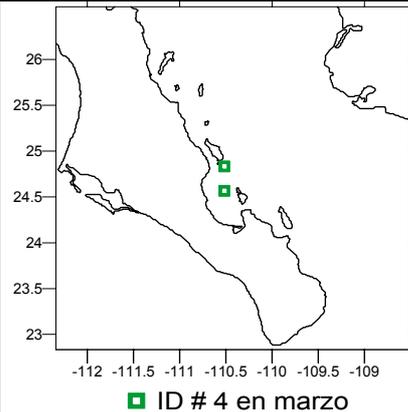
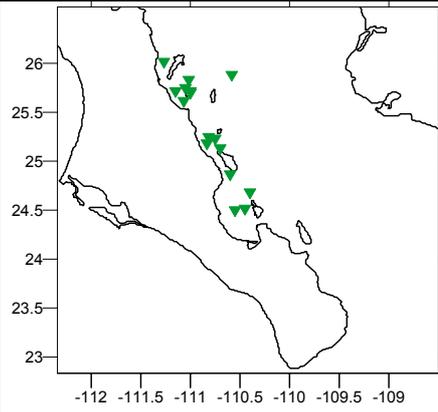




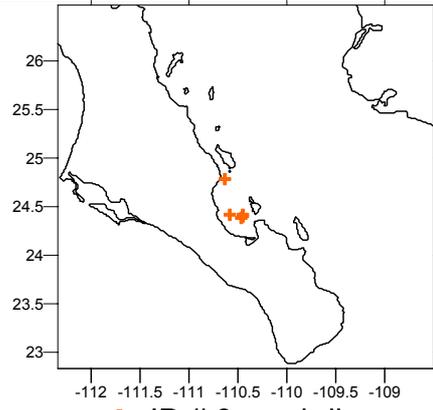
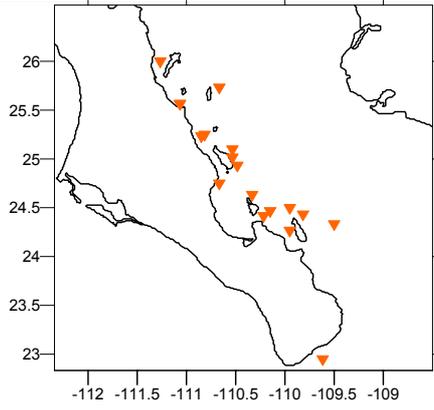
16.2 Mapas de hembras con cría



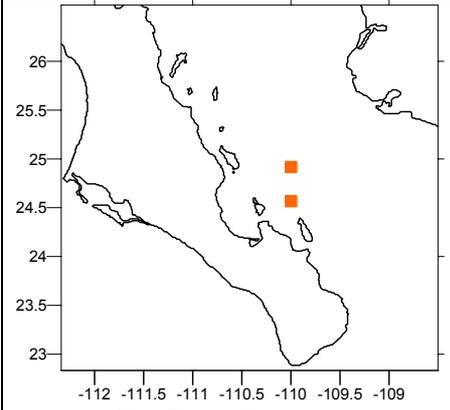
MARZO



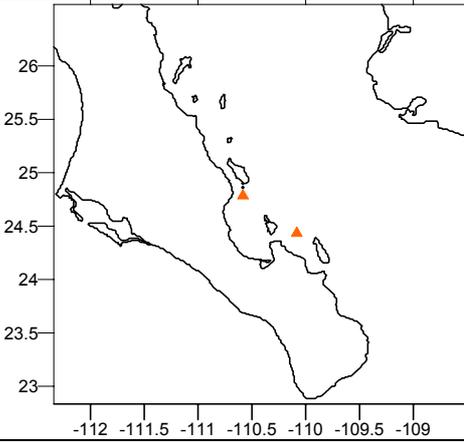
ABRIL



+ ID # 6 en abril

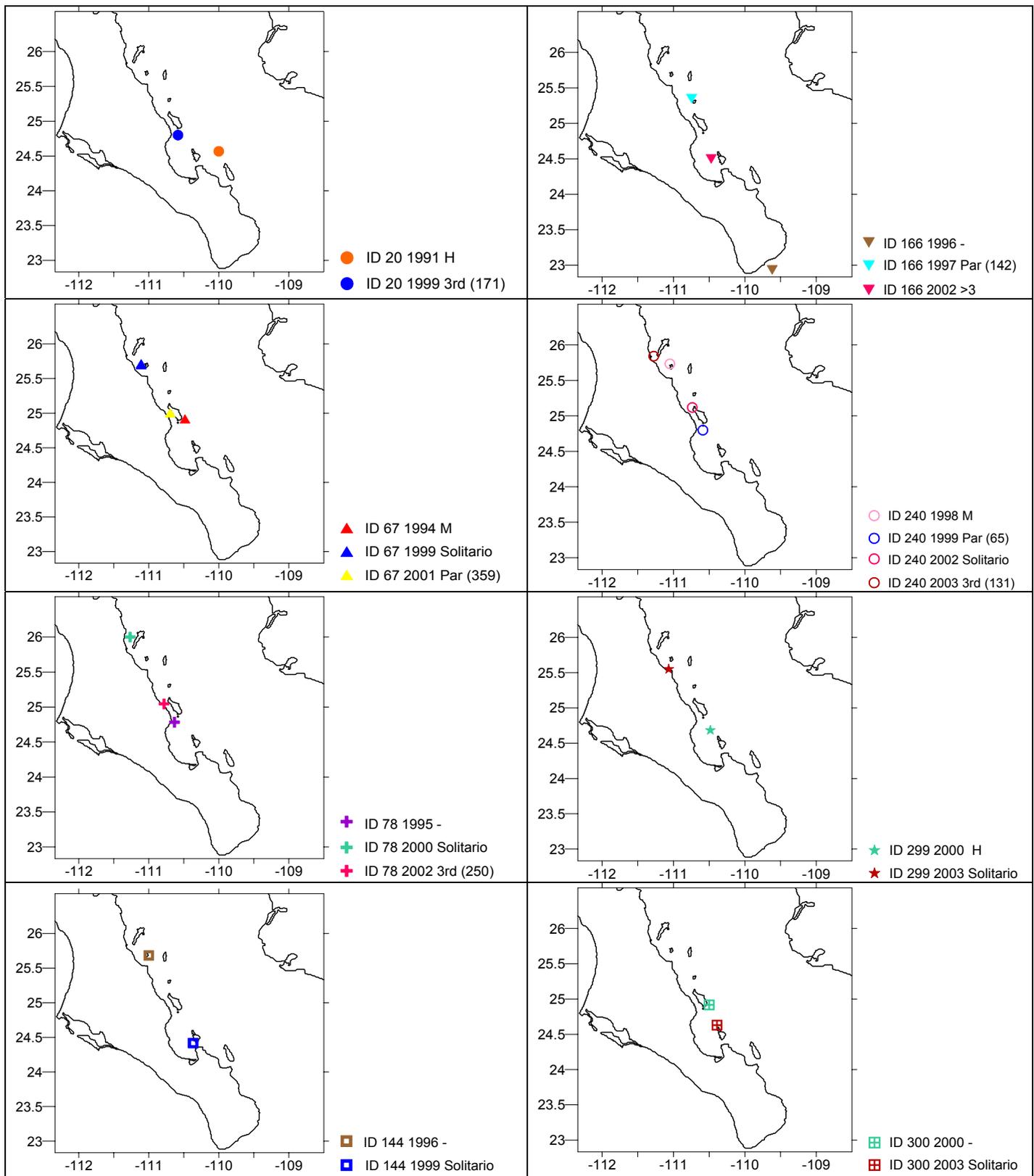


■ ID # 19 en abril

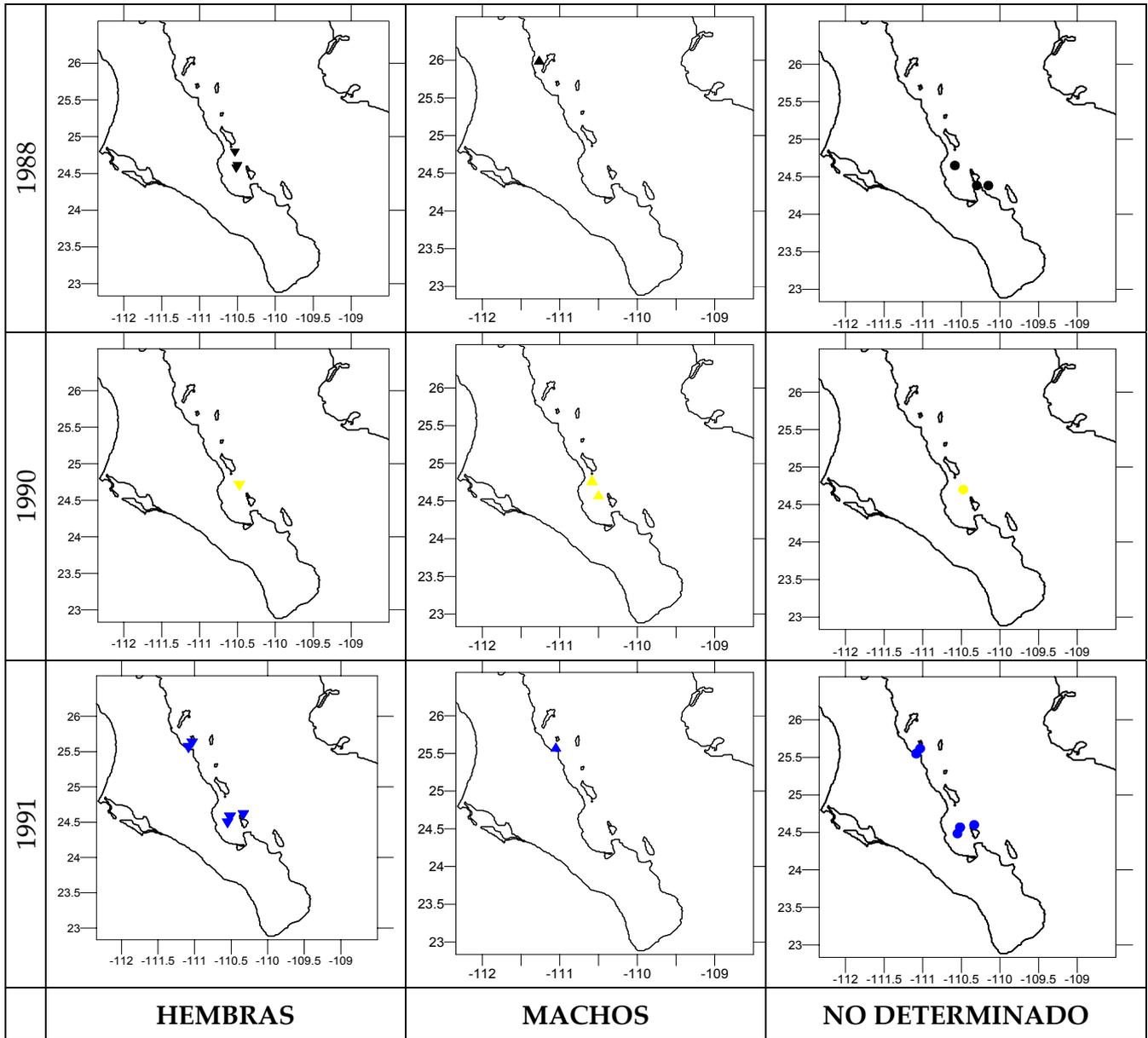


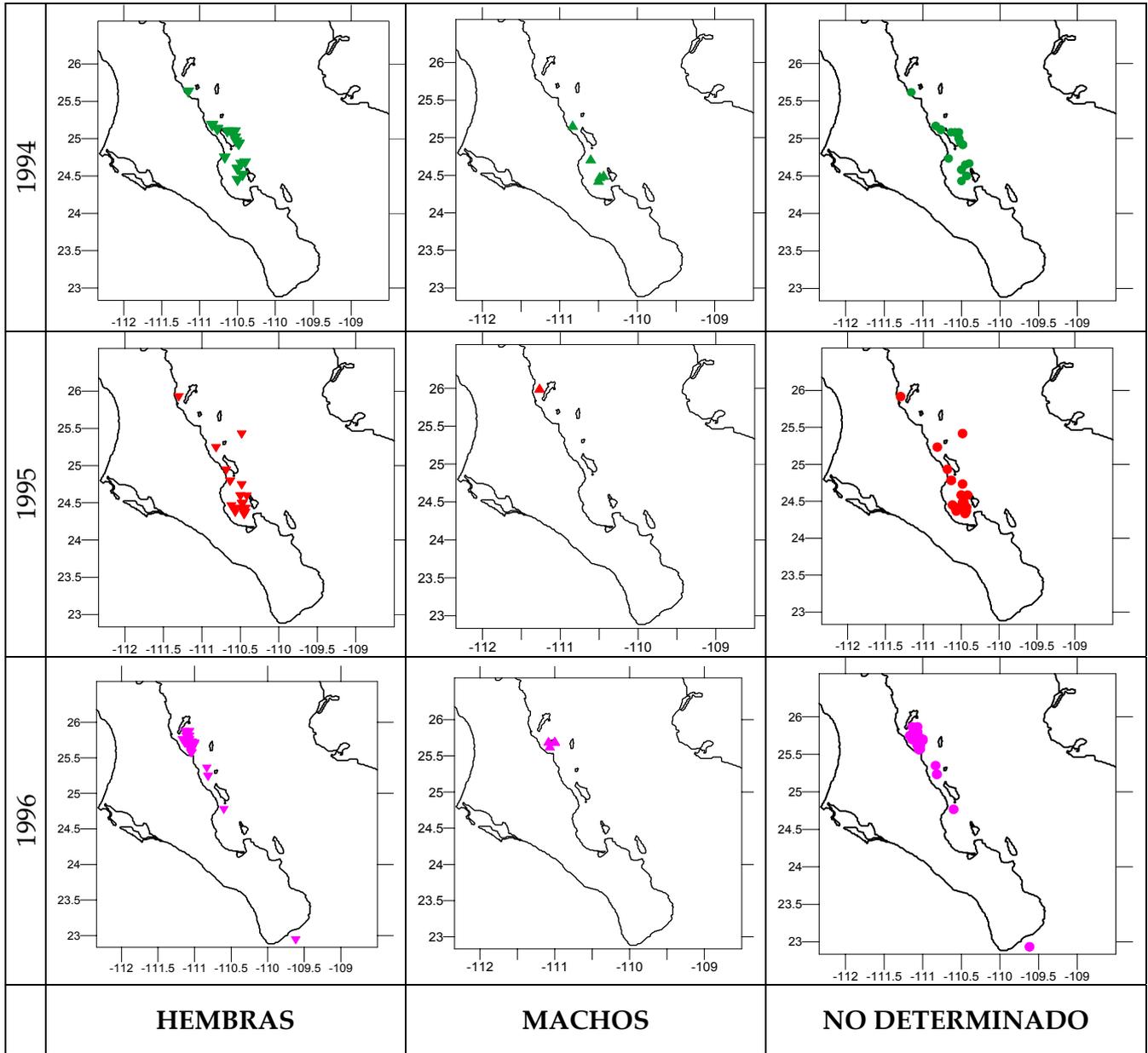
▲ ID # 171 en abril

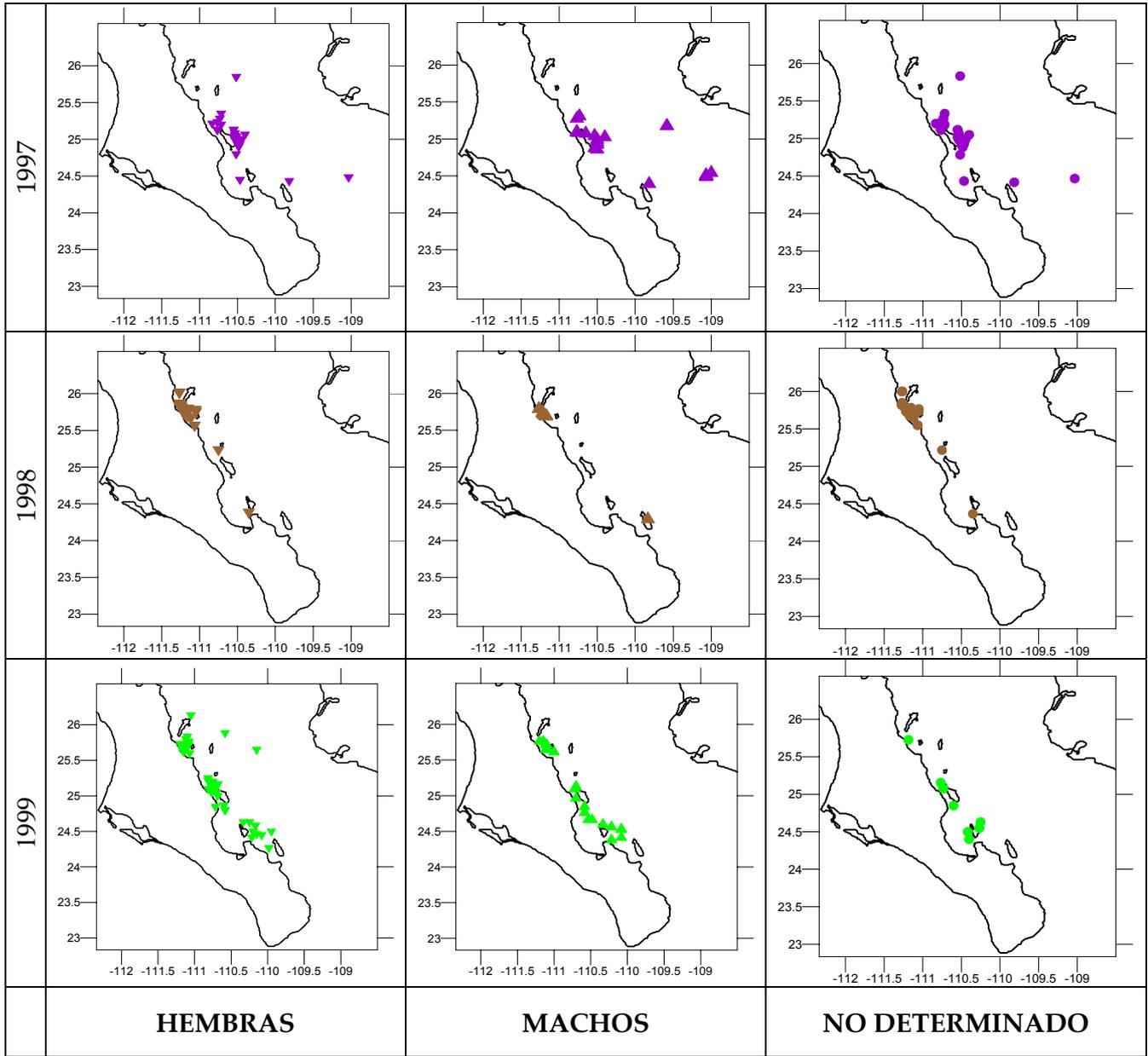
16.3 Mapas de crías re-avistadas

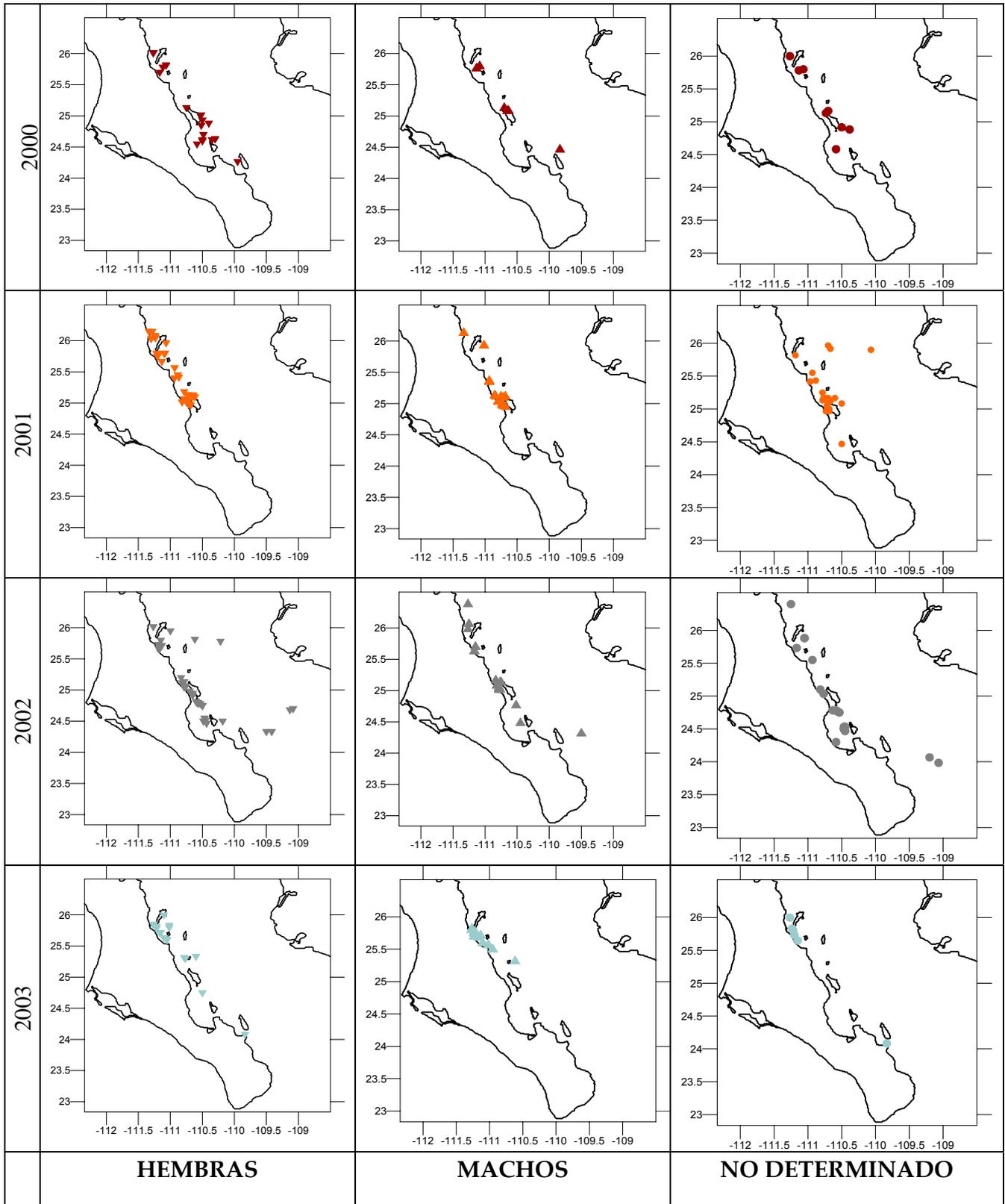


APÉNDICE 12. Mapas anuales de avistamientos de ballena azul en el Suroeste del Golfo de California.











Son tan pocas cosas las que uno necesita para estar bien, que nunca se termina de enumerarlas

Marco De Arcangelis