

DATOS SOBRE LAS **BALLENAS** **JORROBADAS** DE LA BAHÍA DE SAMANÁ

Liliana Betancourt-Fernández
Alejandro Herrera-Moreno



República Dominicana

Datos sobre las ballenas jorobadas
(*Megaptera novaeangliae*)
de la Bahía de Samaná,
República Dominicana

Liliana Betancourt Fernández
Alejandro Herrera-Moreno
Programa EcoMar, Inc.

Publicación auspiciada por el Proyecto PNUD/FMAM/PPS-EcoMar:
Creando las bases de un turismo sostenible en la observación de ballenas jorobadas
desde la Comunidad de Carenero, Samaná, República Dominicana

Santo Domingo, Febrero 2007

Febrero 2007

Contenido científico, cartografía, edición y diagramación de textos y figuras:
Liliana Betancourt Fernández y Alejandro Herrera-Moreno, Programa EcoMar, Inc.

Diseño de portada y contraportada:
Alejandro Herrera Durán.

Foto de portada:
Tomada por Leslie Dibos para el Centro para la Conservación y Ecodesarrollo de la Bahía de Samaná y su Entorno (CEBSE, Inc.)

La información primaria de los años 2004 a 2006 y las fotos de ballenas jorobadas de la Bahía de Samaná que sirvieron de base para la elaboración del presente trabajo proviene de la Base de Datos del CEBSE, Inc.

La información primaria del año 2006 obtenida en yolas desde el Puerto de Carenero es parte del Proyecto PNUD/FMAM/PPS-EcoMar: Creando las bases de un turismo sostenible en la observación de ballenas jorobadas desde la Comunidad de Carenero, Samaná, República Dominicana.

ISBN: 978-9945-00-081-8

Impresión: Punto Mágico, Santo Domingo, República Dominicana

A manera de prólogo

Cada año recibimos en la Bahía de Samaná a las ballenas jorobadas. Es algo tan natural, que hemos olvidado la pregunta ¿por qué vienen las ballenas? La respuesta es muy simple, vienen porque en la bahía encuentran condiciones favorables para su actividad reproductiva.

En primer lugar, la temperatura del agua por encima de 26 °C de enero a marzo, ofrece un ambiente cálido, propicio para el apareamiento y el nacimiento de las crías, que carecen de la capa de grasa protectora que tienen sus padres. En segundo lugar, la presencia de áreas poco profundas en el interior de la bahía, protegidas además del efecto del viento por la Península de Samaná -que actúa como una pantalla- garantiza el ambiente somero y resguardado que prefieren madres y ballenatos para sentirse seguros ante condiciones adversas del mar, ante el hostigamiento de los machos que se tornan agresivos competidores y ante eventuales depredadores que, por otra parte, son prácticamente inexistentes en estas aguas.

Además de temperaturas cálidas, sitios poco profundos y resguardados y ausencia de enemigos, las ballenas jorobadas buscan en la bahía algo fundamental: tranquilidad. La ausencia de grandes industrias ruidosas y contaminantes y la inexistencia de un tráfico marítimo intenso con buques de gran porte, ha venido garantizando la paz que necesitan las ballenas. Sin embargo, esta tranquilidad podría estar amenazada si el creciente turismo de observación no adopta principios de educación ambiental, si se mantiene la actividad de los grandes cruceros sin que se estudien sus impactos potenciales, si las regulaciones para una observación sostenible no se cumplen.

La temperatura del agua, la topografía del fondo y la ausencia de depredadores en la Bahía de Samaná son factores regidos por la Naturaleza y relativamente independientes de nuestras actuaciones, pero la tranquilidad de las ballenas jorobadas sí está completamente en nuestras manos.

Aún estamos a tiempo.

Agradecimientos

Una obra de esta naturaleza tiene detrás de sí el trabajo de muchas personas, lo cual obliga al que la escribe a mostrar explícitamente su gratitud a todos, en aras de que el mérito sea repartido. Hace tres años el Programa EcoMar se vio involucrado por primera vez con el estudio de las ballenas jorobadas al recibir una propuesta de colaboración del Centro para la Conservación y Ecodesarrollo de la Bahía de Samaná y su Entorno (CEBSE) para coordinar las actividades de capacitación y monitoreo de la temporada 2004. Desde 1999, el CEBSE lleva a cabo el monitoreo anual de las ballenas jorobadas que llegan a la bahía, prestando al país un inmenso servicio científico al acopiar datos de uno de sus recursos biológicos más sobresalientes. Hacemos esta breve recapitulación, pues nuestro primer agradecimiento va precisamente para el CEBSE y todo su personal, especialmente la Lic. Patricia Lamelas, por ofrecernos la oportunidad de colaborar en su actividad de monitoreo, por darnos acceso a su base de datos de ballenas para la elaboración de este libro y por honrarnos en todos estos años de trabajo con su amistad y su confianza. Por otra parte, con este libro el Programa EcoMar, aprovechando su experiencia de biología marina, no hace más que poner en palabras técnicas el trabajo de muchísimos colegas, que salieron al mar para obtener los datos, lo cual impone, en segundo lugar, el agradecimiento a todos los monitores voluntarios -nacionales y extranjeros- y a todos los estudiantes de Samaná y Carenero, que con tanto entusiasmo y seriedad a lo largo de estos tres años participaron en el trabajo de búsqueda de datos, desafiando no en pocas ocasiones las condiciones inclementes del mar. Por similares razones, debemos agradecer en tercer lugar, a todos los dueños de embarcaciones, capitanes y tripulantes de los barcos, lanchas y yolas de Samaná y Carenero que generosamente facilitaron siempre la salida de un monitor a bordo de sus embarcaciones, y además nos regalaron sus experiencias durante las múltiples horas de intercambios en los talleres de educación ambiental. Además de las personas que contribuyeron a obtener datos sobre las ballenas, debemos incluir en este recuento a aquellos que nos facilitaron datos abióticos sobre la bahía, permitiéndonos así la descripción de un marco físico-natural complementario. En tal sentido, agradecemos a la tripulación del Velero Escuela Corwith Cramer de la Asociación de Educación del Mar (SEA) de Woods Hole, Massachusetts, especialmente a su Coordinador Científico Erik Zettler, que durante su visita a la Bahía de Samaná en diciembre del 2006, organizaron un muestreo en el área de observación de ballenas y nos facilitaron los datos -aún no publicados- para ser incluidos en el capítulo de características oceanográficas del área de observación de ballenas que aquí se presenta. No podemos terminar sin extender un agradecimiento muy especial a Kim Beddall, propietaria del Barco Victoria II, por sus enseñanzas y su amistad en todos estos años y su ejemplo de constancia y honestidad por hacer de la observación de ballenas jorobadas en la Bahía de Samaná, un arte y una ciencia, a favor de una verdadera conservación.

Contenido

RESUMEN/ ABSTRACT

INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	3
Área de estudio	3
Colecta de datos	3
Análisis de los datos	8
CARACTERÍSTICAS BATIMÉTRICAS DEL ÁREA DE OBSERVACIÓN	11
CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS DEL ÁREA DE OBSERVACIÓN	15
Distribución horizontal de las variables oceanográficas	15
Distribución vertical de las variables oceanográficas	17
Sistema de vientos	19
Patrones de oleaje	21
PATRONES DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS BALLENAS JOROBADAS	22
Patrón de distribución general	22
Patrones de distribución quincenal	24
GRUPOS SOCIALES	29
Proporción de grupos sociales	29
Distribución espacial por grupos sociales	31
Relación de los grupos sociales con la profundidad	31
ABUNDANCIA RELATIVA	35
Estimados quincenales desde los barcos	35
Estimados diarios desde el Victoria II	36
FOTOIDENTIFICACIÓN	39
REFERENCIAS	43

Resumen

Se presenta el modelaje batimétrico del área de observación de ballenas de la Bahía de Samaná como base descriptiva de la topografía submarina, resaltando accidentes topográficos como el Hueco de las Ballenas y el Banco Canadaiqua. Se ofrece además una caracterización oceanográfica con información básica sobre la distribución horizontal y vertical de variables oceanográficas, sistema de vientos y patrones de oleaje durante los meses de la temporada reproductiva. Asimismo, se exponen y discuten datos sobre distribución, uso del hábitat, grupos sociales, abundancia relativa y fotoidentificación de las ballenas jorobadas en la Bahía de Samaná, obtenidos entre enero y marzo de los años 2004, 2005 y 2006, a bordo de embarcaciones turísticas comerciales de observación de ballenas.

En los tres años estudiados se realizaron 1,333 avistamientos con 3,044 ballenas, en 667 salidas. Estos datos revelan claros patrones de variación en la distribución espacial quincenal durante los tres meses de temporada. A finales de enero y marzo los avistamientos están dispersos y se ubican más hacia la boca de la bahía y la región oceánica, en correspondencia con el arribo y partida de las ballenas, respectivamente; mientras que en febrero se concentran más dentro de la bahía, sobrepasando la altura de Cayo Levantado. No obstante, el área de mayor concentración de ballenas se mantiene sobre el Banco Canadaiqua, sobre y al Sur del Hueco de las Ballenas y al Este de Cayo Levantado, donde se realizó el 80% de todos los avistamientos en todas las temporadas. Al comparar casi dos décadas de datos, desde 1988 al presente, se revela que las ballenas jorobadas han continuado visitando la Bahía de Samaná y usando el mismo espacio de agregación en el mismo tiempo, reafirmando así su importancia como área reproductiva de la región Atlántica y Caribeña.

Los grupos sociales dominantes fueron parejas, madres con ballenatos, solitarios y grupos competitivos. Ello refleja más el patrón de la propia observación de ballenas -que sesga las proporciones de los grupos por selectividad- que su composición natural. La distribución por grupos sociales revela que aquellos con presencia de ballenato tienen mayor número de avistamientos dentro de la bahía que en la región oceánica, con las madres y ballenatos ocupando las posiciones más internas y de menor profundidad.

Los estimados de la abundancia relativa, estandarizando los datos quincenales por salida para todos los barcos, revelan que el 2004 fue un año de mayor abundancia de ballenas que el 2005. Para el 2004 se estimaron entre 1.88 a 4.15 avistamientos/salida y entre 4.42 a 8.81 ballenas/salida, con un pico en la primera quincena de febrero. Para el 2005 se estimaron entre 1.17 a 2.58 avistamientos/

salida y entre 2.44 y 6.00 ballenas/salida, con un pico en la segunda quincena de febrero. Cuando se consideran solamente los datos diarios del Barco Victoria II, estandarizados por hora, se observan también diferencias interanuales entre el 2004 y el 2005, que son estadísticamente significativas. En el 2004 el número de avistamientos/hora promedió 0.85, con máximo y mínimo, respectivo, de 1.70 y 0.20, mientras que en el 2005, el promedio fue 0.66, el máximo 1.45 y el mínimo 0.19. Como tendencia, la abundancia relativa tiene una relación parabólica con el tiempo de temporada. Se confirma que la abundancia está sujeta a variaciones estacionales y anuales, tal y como se ha reportado para otras áreas reproductivas de ballenas jorobadas.

Los datos aquí presentados amplían el intervalo temporal de los avistamientos hasta el final de la temporada reproductiva y extienden el rango de distribución espacial de los avistamientos hacia áreas no reportadas previamente. Los resultados preliminares de la fotoidentificación y reavistamiento arrojan valores de ocurrencia de dos a tres días y de uno a treinta días de ocupación. El presente trabajo resalta la importancia de las plataformas comerciales de observación para obtener información permanente de valor descriptivo y predictivo acerca de la situación espacio-temporal de las ballenas jorobadas en Áreas Protegidas Marinas.

Abstract

Bathymetric modelling of the whale watching area of Samaná Bay (Dominican Republic) is presented as a descriptive base of the submarine topography, highlighting topographic features relevant to the distribution of whales, such as the Whale's Hole and Canadaiqua Bank. An oceanographic characterization is also offered with basic information about the horizontal and vertical distribution of several oceanographic variables, wind system, and wave patterns during the months of the whale season. Data on distribution, habitat use, social groups, relative abundance and photoidentification of humpback whales were obtained from commercial whale-watching vessels during January to March in the years 2004 to 2006, in Samaná Bay.

During the three years of study there were 1,333 sightings totalling 3,044 whales sighted, during 667 trips. The data reveal distinct variation patterns in the bi-weekly spatial distribution during the three months of season. At the end of January and during March the sightings are dispersed and are located toward the mouth of the bay and the oceanic region, while in February they are concentrated more inside the bay, with many sightings beyond Cayo Levantado. Nevertheless, the 80% of all sightings are over Canadaiqua Bank, on and South of the Whale's Hole, and to the East of Cayo Levantado. The comparison of almost two decades of data (1988 to present), shows that humpback whales have continued visiting the Samaná Bay year after year. The areas and timing of aggregation have also remained the same. This highlights the bay's importance as a reproductive area in the Caribbean and Atlantic region.

The dominant social groups were couples, mothers with calves, solitary whales, and competitive groups. The dominant groups observed reflect the pattern of whale watching, with proportions biased by selectivity, rather than the natural composition. The distribution of social groups reveals that those with calves present have a greater number of sightings inside the bay than in the oceanic region. For mothers with calves, sightings were most frequently observed at inner and shallower positions, while other humpback whale groups were distributed throughout all depth ranges.

Relative abundance estimates, standardizing the biweekly data by trip, shows that 2004 was a year of higher abundance than 2005. Estimates in 2004 were 1.88 to 4.15 sightings/trip and 4.42 to 8.81 whales/trip, with a distinct peak during the first two-week period of February. Estimates in 2005 were 1.17 to 2.58 sightings/trip and 2.44 y 6.00 whales/trip, with a peak in the second two-week period of February. The relative abundance estimates considering only the daily data of the Ship Victoria II, standardized by hour, show a statistical significance between the years 2004 and 2005. In

the 2004 the number of sightings/hour averaged 0.85, with maximum and minimum, of 1.70 and 0.20, respectively. In 2005, the average was 0.66, the maximum of 1.45 and the minimum 0.19. As a trend relative abundance has a parabolic relation with the time of season.

The data presented herein extends the sightings interval to the end of the reproductive season and the spatial range of sightings to new areas not previously reported. Our preliminary results of photoidentification and resighting shows values of occurrence from two to three days and from one to thirty days of occupation. These results demonstrate the importance of the opportunistic whale watching commercial platforms to obtain valuable permanent, descriptive and predictive information about the spatial-temporal distribution of humpback whales.

Introducción

Las ballenas jorobadas de todas las áreas de alimentación del Atlántico Norte Occidental migran al Caribe durante el invierno (entre diciembre y abril), donde tiene lugar el cortejo, el apareamiento y el nacimiento de los ballenatos. La mayor parte de las ballenas se concentra en los Bancos Oceánicos de la Navidad y La Plata, al Norte de la República Dominicana (Balcomb y Nichols 1982; Whitehead y Moore 1982; Mattila *et al.* 1989). El resto de las ballenas se dispersa hacia la Bahía de Samaná (Mattila *et al.* 1994), el Banco Engaño, el Canal de la Mona, la costa Noroeste de Puerto Rico, Islas Vírgenes (Swartz *et al.*, 2002; Sanders *et al.*, 2005) y a lo largo del Arco de las Antillas Menores hasta Venezuela (Swartz *et al.*, 2003).

En este contexto geográfico, la Bahía de Samaná ocupa el lugar más relevante, no solo por la mayor abundancia de ballenas jorobadas sino también por la elevada frecuencia de avistamientos de ballenatos y grupos activos y el prolongado tiempo de residencia que a veces tienen las madres, lo cual sugiere que la bahía tiene un valor cualitativamente superior al de otras áreas del Sureste caribeño, al representar tanto un espacio de apareamiento como de cría (Mattila *et al.* 1994).

Esta importante área reproductiva es hoy un Área Protegida como Santuario de Mamíferos Marinos de la República Dominicana

(Bonnelly de Calventi, 2005) y constituye una de las áreas turísticas de observación de ballenas más importantes del Caribe (Hoyt, 1999).

Sin embargo, las investigaciones sobre las ballenas jorobadas en la Bahía de Samaná parecen haber estado limitadas a los trabajos pioneros de Baraff *et al.* (1991), Clapham *et al.* (1992; 1993), Mattila *et al.* (1994), y los resultados del Proyecto YONAH (Years of the North Atlantic Humpback) entre 1992 y 1995, donde se fotoidentificaron, se catalogaron y se tomaron muestras de biopsias de numerosas ballenas en la bahía (Allen *et al.* 1993). Fuera de este marco, no hemos hallado nuevos estudios publicados sobre las ballenas en la bahía.

La información más reciente de las ballenas jorobadas de la Bahía de Samaná proviene de los reportes de los monitoreos promovidos por el Centro para la Conservación y Ecodesarrollo de la Bahía de Samaná y su Entorno (CEBSE, Inc.). Desde 1999, cada temporada, esta institución dominicana ha estado colectando datos sobre localización, grupos sociales y conductas de las ballenas, a través de salidas en embarcaciones comerciales de observación turística de ballenas. Su base de datos constituye hoy en día la única fuente de información sistemática sobre las ballenas jorobadas en la República Dominicana. Más aún, los datos obtenidos de estos monitoreos han demostrado su utilidad práctica para

describir las características generales de las ballenas en esta área reproductiva (Sang, 2000; León, 2003; Betancourt, 2004; 2005; 2006). Experiencias similares en el uso de embarcaciones comerciales para la toma de datos científicos se reportan para el área de observación de ballenas jorobadas al Noroeste de Puerto Rico (Sanders *et al.*, 2005).

Durante los años 2004 a 2006, en que tuvimos la oportunidad de coordinar el trabajo con CEBSE para la toma de datos sobre las ballenas jorobadas desde embarcaciones comerciales, intensificamos de manera consistente el esfuerzo en número de salidas, embarcaciones, observaciones y espacio recorrido, para incrementar la cobertura y la resolución espacial y temporal de la información.

Con iguales criterios organizamos en el 2006 las salidas de monitoreo de ballenas desde el Puerto de Carenero como parte del Proyecto PNUD/FMAM/PPS-EcoMar: Creando las ba-

ses de un turismo sostenible en la observación de ballenas jorobadas desde la Comunidad de Carenero, Samaná, República Dominicana.

Los datos resultantes de estos esfuerzos -que se presentan en este libro- no han sido colectados siguiendo un esquema de diseño de muestreo aleatorio, por lo que están sujetos a los sesgos potenciales derivados de su obtención desde embarcaciones turísticas comerciales. Sin embargo, estos datos aportan información actualizada sobre distribución, uso del hábitat, grupos sociales y abundancia relativa de las ballenas jorobadas en un área reproductiva de reconocida importancia. Además, extienden el rango de distribución espacial hacia nuevas áreas no reportadas previamente, amplían el intervalo temporal de las observaciones hasta el final de la temporada reproductiva y no menos importante, vienen a llenar un serio vacío de información sobre las ballenas jorobadas de la Bahía de Samaná.

Metodología

Área de estudio

La Bahía de Samaná se ubica en la plataforma Norte de la República Dominicana. Tiene una longitud aproximada de 23.2 millas, desde su extremo occidental hasta la boca de la bahía a la altura de Punta Palometa, y un ancho aproximado de 9.2 millas, medidos en línea recta desde Punta Palometa hasta su costa Sur. En el occidente de la bahía existe un complejo sistema de manglares, donde desembocan los Ríos Yuna y Barracote, cuyo importante aporte de agua dulce ha conferido históricamente a la Bahía de Samaná el carácter del mayor estuario de la República Dominicana.

Precisamente, la característica más sobresaliente de la región es el marcado contraste entre condiciones estuarinas altamente fluctuantes hacia el occidente, en el interior de la bahía, y condiciones de mayor estabilidad al Este, en dirección al océano. La interacción entre la influencia terrígena y la oceánica,

determinada por el régimen hidrológico en la muy particular fisiografía de la región, genera un gradiente de condiciones ecológicas en la zona costera y el océano adyacente, que convierte a Samaná en un mosaico de ambientes, donde descansa la elevada diversidad de su biota (Herrera-Moreno, 2005). El área de estudio se ubica en el extremo Este de la Bahía de Samaná y su área oceánica colindante (Fig. 1), considerada como el área tradicional de observación de ballenas jorobadas, desde que comenzó esta modalidad turística en la región en el año 1985 (Hoyt, 1999).

Colecta de datos

Los datos fueron obtenidos entre mediados de enero y finales de marzo de los años 2004, 2005 y 2006, a bordo de diferentes tipos de embarcaciones turísticas comerciales de observación de ballenas jorobadas, que durante estos meses realizan salidas diarias al área de observación (Tabla 1).

Tabla 1. Número de salidas realizadas al área de observación de ballenas jorobadas, por año y por mes.

Período de estudio	Años			Total
	2004	2005	2006	
	13/01–31/03	11/01–28/03	18/01–26/03	
Enero	32	42	30	104
Febrero	85	119	114	318
Marzo	64	103	78	245
Total	181	264	222	667

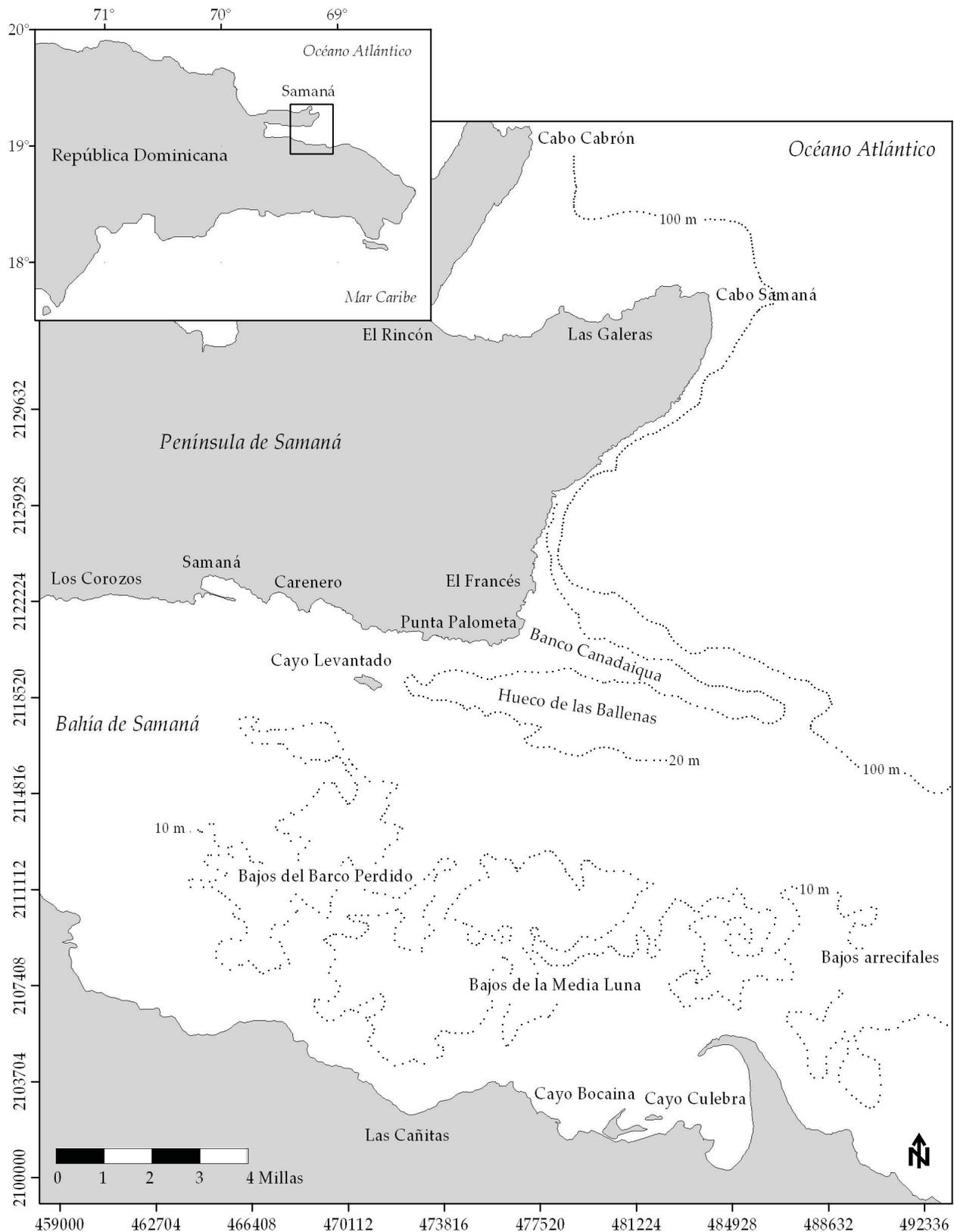


Figura 1. Región Este de la Bahía de Samaná donde tiene lugar, cada año, la observación de ballenas jorobadas entre enero y marzo. La isobata de 100 m indica el límite aproximado entre la plataforma somera en el interior de la bahía y el área profunda en la región oceánica colindante.

El esquema típico de un día de observación incluye la salida del puerto en horas tempranas de la mañana, un recorrido por el área de observación y posteriormente se regresa a Cayo Levantado y/o al puerto de origen, en horas del mediodía o la tarde. Todos los datos fueron colectados por monitores previamente entrenados o por los propios autores. Se realizaron en total 667 salidas de observación: 181 salidas en el 2004, 264 en el 2005 y 222 en el 2006, con entre 2 a 4 salidas diarias, durante las tres temporadas.

De las 667 salidas, 315 fueron efectuadas en barcos, 267 en lanchas y 85 en yolas (Tabla 2). Los diferentes tipos de embarcaciones difieren en su tamaño, capacidad de turistas y velocidad, lo cual influye en el tiempo y la distancia de las observaciones que realizan y por tanto, en la calidad y cantidad de la observación. Estos elementos deben tenerse en cuenta cuando se desea obtener información de valor científico desde estas plataformas comerciales. Los barcos son embarcaciones tipo yate de 46 a 70 pies de eslora y capacidad para unos 50 a 75 pasajeros. Parten del Puerto de

Samaná y como tienen mayor autonomía realizan recorridos de observación pausados que pueden durar entre 1 a 5 horas, con unas 3 horas como promedio, cubriendo distancias entre 5 a 35 millas, a velocidades que no sobrepasan los 15 nudos. Al permanecer más tiempo en el área de observación y cubrir una mayor distancia, a menor velocidad, los barcos tienen mayor capacidad de realizar avistamientos múltiples.

Las lanchas son ante todo embarcaciones de velocidad (entre 15 a 30 nudos), de 29 a 56 pies de eslora, donde se combina la observación con la sensación de aventura del paseo rápido. Parten del Puerto de Samaná transportando entre 22 a 84 turistas sentados, realizan recorridos de entre 1 a 3 horas, con 2 horas como promedio, en distancias entre 9 a 30 millas. Algunas lanchas poseen una torre de mando que ofrece una posición elevada muy favorable para el trabajo del monitor. Las lanchas cubren una distancia y un tiempo solo ligeramente menor que los barcos, pero su tasa de avistamientos/ salida es generalmente menor que la de éstos.

Tabla 2. Número de salidas por quincenas y meses, según el tipo de embarcación donde se realizaron las observaciones de ballenas jorobadas cada año. E. Enero, F. Febrero, M. Marzo, Q. Quincena.

Tipo de embarcación	Año	Salidas					Total
		E(Q2)	F(Q1)	F(Q2)	M(Q1)	M(Q2)	
Barcos	2004	26	26	32	18	19	121
	2005	18	31	26	46	20	141
	2006	10	14	12	11	6	53
	Total	54	71	70	75	45	315
Lanchas	2004	3	9	9	15	11	47
	2005	24	32	29	24	11	120
	2006	18	18	30	25	9	100
	Total	45	59	68	64	31	267
Yolas	2004	3	2	7	1	0	13
	2005	0	1	0	1	1	3
	2006	2	19	21	14	13	69
	Total	5	22	28	16	14	85

Las yolas realizan sus salidas desde el Puerto de Carenero. Son botes de 19 a 23 pies de eslora, con motores fuera de borda, una capacidad máxima de 12 personas y hacen recorridos cortos, de entre media hora a 3 horas, cubriendo distancias de 3 a 14 millas, con prácticamente un solo avistamiento/salida. Por su menor capacidad de pasajeros y su menor autonomía, las yolas generalmente planifican excursiones cortas y rápidas que le permitan regresar a tierra para tomar más turistas e incrementar sus ganancias diarias.

La distancia y la dirección de los viajes es determinada por el capitán de la embarcación y no sigue un patrón establecido, sino que se ajusta cada día, sobre la base de su experiencia, atendiendo a factores como el tipo de embarcación, la presencia y abundancia de ballenas y el estado del tiempo. Por ello, no es posible diseñar un plan de muestreo con recorridos previamente establecidos, sino ajustarse a los trayectos que siguen las diferentes embarcaciones (Fig. 2).

En cada una de las salidas, al tener lugar un avistamiento, se anotó inicialmente la hora y se georeferenció la posición inicial de la ballena o grupos de ballenas, empleando un GPS Magellan 315. Las posiciones corresponden al punto más cercano de la embarcación a las ballenas. La ballena o grupo de ballenas eran observadas durante un tiempo, como parte de la rutina de la oferta turística, y una vez finalizada la observación se anotaba nuevamente la hora y la posición final. Cada avistamiento consta, por tanto, de dos posiciones, que siempre que fueron diferentes se consideraron ambas en los mapas de distribución.

Durante la observación, se identificaron los grupos sociales considerando las categorías de Mattila *et al.* (1994) ampliadas (Tabla 3). Las condiciones climáticas en cada salida se



Barco Victoria II



Lancha Skilldoc



Yola Playa Honda

indicaron empleando la Escala de Beaufort. A partir de la temporada 2005 se comenzó a tomar fotografías de la parte ventral de las colas y las aletas dorsales de algunas ballenas, para iniciar un catálogo de referencia, el cual se complementó con fotos de Kim Beddall desde el año 2004.

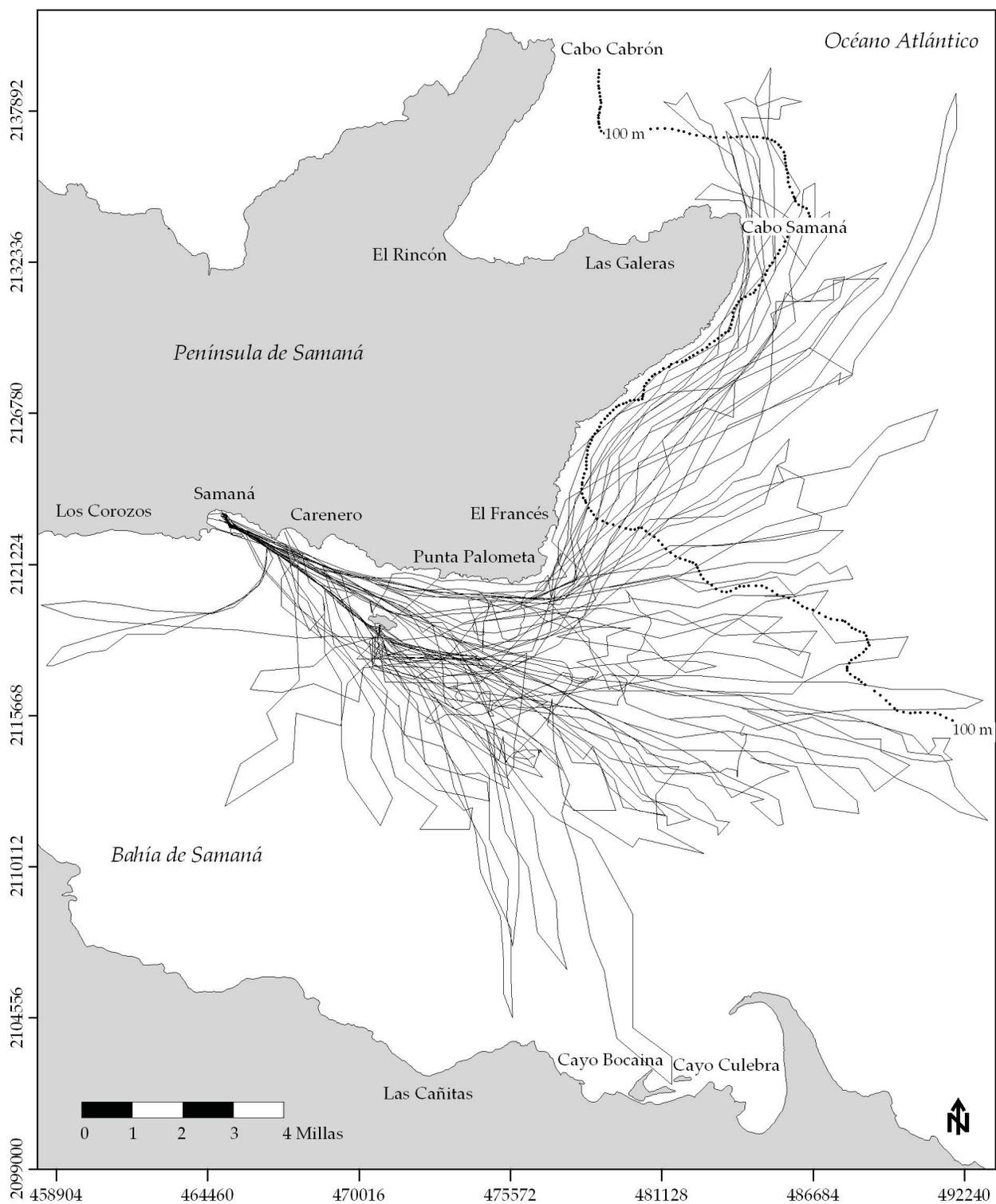


Figura 2. Definición del área de estudio a partir de algunos trayectos de diferentes embarcaciones de observación de ballenas jorbadas que fueron georeferenciados durante los tres años estudiados.

Análisis de los datos

Cartografía.- Se empleó el Sistema de Coordenadas Universales Transversas de Mercator (UTM), referido al NAD-27 para el Caribe. Los mapas se realizaron en el Software Golden Surfer 8, tomando como base la Carta Náutica de la Bahía de Samaná del Instituto Cartográfico Militar en Escala 1:50,000. Se digitizaron 32881 puntos XYZ, con datos de UTM Norte y Este y profundidad, que fueron procesados por el Método de Enrejado Krigging para obtener los modelos de batimetría plana y tridimensional, descriptivos de la topografía submarina del área de observación. Al modelo se incorporaron mediciones de profundidad con Ecosonda SCUBAPRO Modelo PDS-2, con alcance de 100 m.

Intervalo batimétrico.- Todos los puntos georeferenciados de avistamientos fueron superpuestos con el modelo batimétrico y se estimó un intervalo de profundidades para cada punto. Las clases de profundidad consideradas dentro de la bahía fueron desde menores de 10 hasta 100 m, con intervalos de clases de

10 m. Fuera de la bahía se consideraron clases desde 100 m a mayores de 1000 m, con intervalos de 100 m. La división de los avistamientos por intervalos batimétricos permitió analizar la distribución de los grupos sociales en relación con la profundidad.

Distribución espacial.- Se cartografiaron todos los puntos georeferenciados inicial y final (excepto las coordenadas repetidas), en todas las salidas desde cualquier embarcación con el interés de obtener un mapa de distribución con la mayor cobertura espacial posible. Para determinar el tipo de distribución (agregada, homogénea o aleatoria) se superpuso al mapa obtenido un enrejado con unidades de 1 milla² y se contaron todos los puntos dentro de cada unidad. Los valores de número de avistamientos/milla² se ordenaron en intervalos de clases y se calcularon las frecuencias relativas, ajustándose a éstas el modelo de la binomial negativa, calculando previamente la razón varianza/media como índice de dispersión y el índice de agregación k por el método de máxima verosimilitud. La bondad de ajuste se evaluó por un test de chi cuadrado (χ^2).

Tabla 3. Clasificación y descripción de los diferentes grupos sociales considerados en el presente estudio.

Tipo de grupo	Descripción
Solteros (as)	Una ballena solitaria adulta
Pareja	Grupo de dos ballenas adultas
Trío no competitivo	Grupo de tres ballenas que no muestran conducta competitiva
Madre y ballenato	Dos ballenas donde se identifica un adulto y una cría en su primer año
Madre y juvenil	Dos ballenas donde se identifica un adulto y una cría en su segundo año
Madre, ballenato y escolta	Trío de madre con una cría en su primer año acompañada de otra ballena adulta
Grupo competitivo sin ballenato	Grupo de tres o más ballenas que exhiben conducta competitiva, incluyendo aletazos, coletazos y otros contactos agresivos
Grupo con ballenato	Conjunto de más de tres ballenas donde se identifica además una cría en su primer año
Juveniles	Una ballena demasiado pequeña para ser un adulto pero demasiado grande para ser un ballenato

Para evaluar el uso histórico del espacio por las ballenas se cartografiaron los datos de avistamientos de Mattila *et al.* (1994) y León (2003) y se compararon con nuestro mapa de distribución. Las variaciones estacionales de la distribución espacial se evaluaron agrupando y cartografiando por quincenas todos los puntos georeferenciados del 2004 al 2006.

Grupos sociales. Se calcularon las frecuencias relativas de cada grupo social por años y se compararon con los datos de Mattila *et al.* (1994) y León (2003). Se reconoce que los datos de proporción de grupos tomados desde embarcaciones comerciales pueden estar sesgados por problemas de selectividad. Para evaluar la distribución espacial de los grupos se realizaron los mapas respectivos, con la información de los tres años estudiados.

Abundancia relativa.- Como primera aproximación al estimado de la abundancia relativa, los datos del número de avistamientos y de ballenas se agruparon por quincenas y se estandarizaron por salida, a partir de la información obtenida desde los barcos. Los indicadores resultantes fueron número de avistamientos/ salida y número de ballenas/ salida.

Como una segunda aproximación, se consideraron solamente los datos diarios obtenidos desde la embarcación Victoria II de Kim Beddall. La abundancia relativa se expresó en número de avistamientos/hora y número de ballenas/ hora, en salidas de entre 2 a 4 horas. Este enfoque, si bien no elimina el sesgo inherente al uso de embarcaciones comerciales de observación, refina la información con datos diarios pertenecientes a un solo tipo de embarcación, con una rutina similar en sus observaciones. Los valores de estos indicadores para 2004 y 2005 fueron comparados a través de la Prueba U de Mann-Whitney ($p < 0.01$), en busca de diferencias estadística-

mente significativas. Solamente pudieron ser comparados los datos de 2004 y 2005, donde la observación de ballenas siguió un patrón regular en términos de número y tipo de embarcaciones, número de salidas, rutina de los viajes y tiempo de observación. En el año 2006, este patrón se alteró radicalmente con la llegada de Cruceros con exclusividad sobre Cayo Levantado, limitando el número y tiempo de las salidas de las embarcaciones comerciales locales. Se aclara que los valores obtenidos constituyen solo un estimado relativo de la abundancia, pues nuestro objetivo es evaluar si los indicadores de abundancia podrían reflejar alguna tendencia mensual e inter-anual, más que el cálculo de un valor absoluto.

Fotoidentificación.- Se analizaron las fotos tomadas entre el 2004 al 2006 y se identificaron algunas ballenas reavistadas en años diferentes o en distintos días de un mismo año. Para éstas últimas se calculó la ocurrencia, como el número de veces que fue observada la ballena; y la ocupación, como el tiempo total, expresado en días, entre la primera y última observación de la ballena, asumiendo que no necesariamente estuvo todo el tiempo dentro de la bahía (ver Mattila *et al.*, 1994).

Datos oceanográficos.- Se realizó una recopilación de la información oceanográfica disponible sobre la Bahía de Samaná en los trabajos de Kramer (2005) y Herrera-Moreno (2005). De especial interés fueron los muestreos de SEA (2005) en la propia área de observación de ballenas, en marzo de 2005, que ofrece datos de salinidad, temperatura, fosfatos y clorofila en cinco estaciones: dos oceánicas (SS-026 y SS-027A) y tres de plataforma (SS-027B, SS-028 y SS-029). En colaboración con la Asociación de Educación del Mar (SEA) de Woods Hole, Massachusetts se colectaron datos de varios parámetros en la Bahía de Samaná, desde el Velero Escuela Corwith Cramer,

durante su visita en diciembre de 2006. Algunos resultados de estos muestreos aparecen por primera vez en este libro por cortesía de su Coordinador Científico Erik Zettler y son citados como SEA (2006).

En dichos muestreos se realizó un registro minuto a minuto, de temperatura, salinidad y fluorescencia *in vivo* de la clorofila *a* en el estrato superficial, desde la región oceánica hasta el Puerto de Samaná, utilizando el sistema de flujo de agua del mar del laboratorio. La temperatura y salinidad se midieron con un termosalinógrafo SeaBird Electronics

SBE45 y la fluorescencia con un Fluorómetro SeaPoint. También se muestreó una estación oceánica (SS-046) y otra en plataforma (SS-047), donde se hicieron mediciones puntuales de fosfato y clorofila *a* en superficie.

En el Hueco de las Ballenas se empleó un Hydrocast/CTD para tomar muestras de agua (Estación C208-036) en once niveles desde la superficie hasta los 100 m de profundidad, y analizar la distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad y fluorescencia. Todas las estaciones y transectos de SEA (2005; 2006) se indican en el mapa de la (Fig. 3).

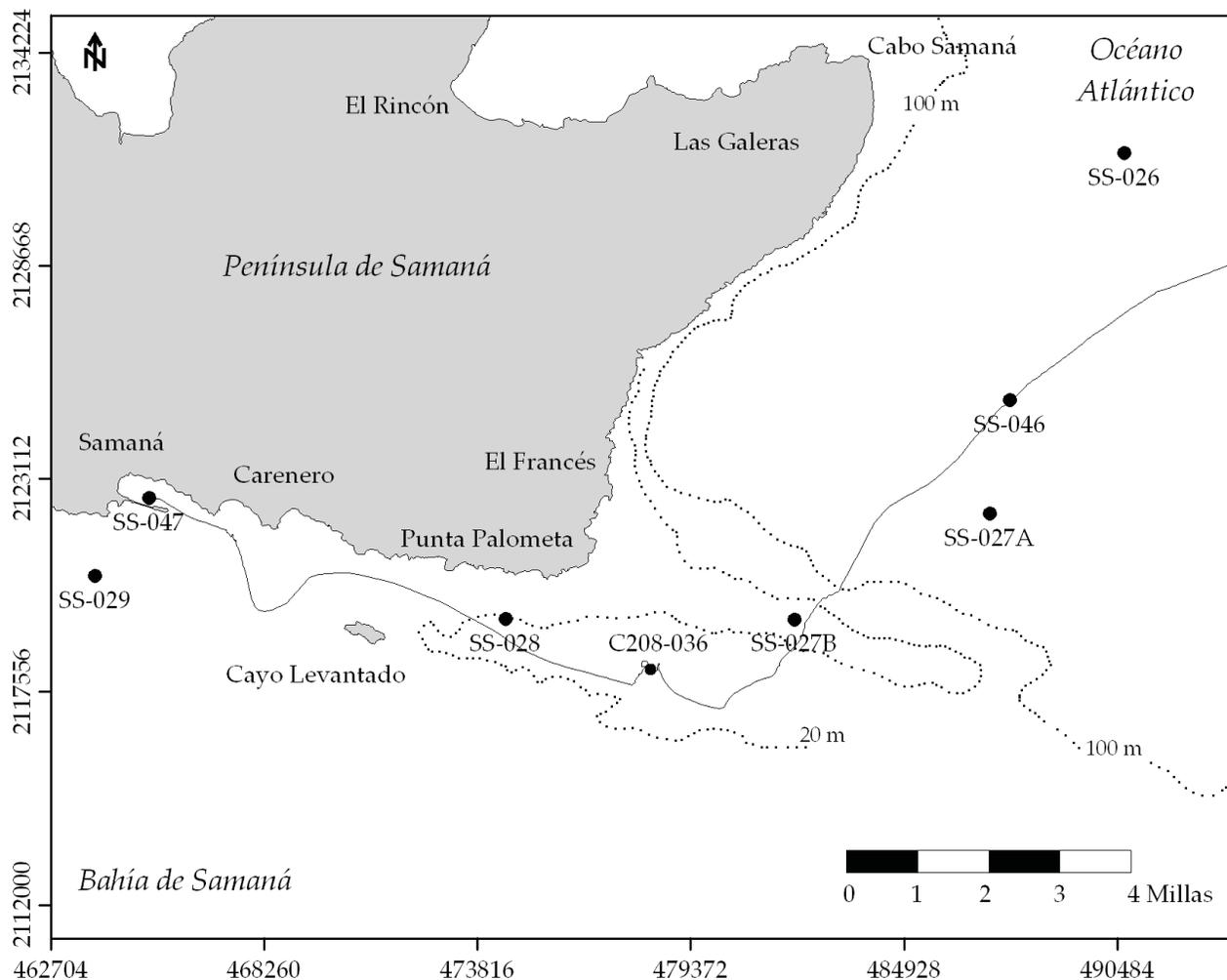


Figura 3. Mapa de las estaciones de muestreo del Corwith Cramer durante los años 2005 y 2006 (círculos negros) y transecto del registro minuto a minuto (línea continua) del 2006, según SEA (2005; 2006).

Características batimétricas del área de observación de ballenas

Los modelos batimétricos digitales elaborados para el área de observación de ballenas jorobadas en la Bahía de Samaná, tanto el modelo plano (Fig. 4) como el tridimensional (Fig. 5) muestran, para el interior de la bahía, un área de relieve submarino heterogéneo, con algunos accidentes topográficos de interés. Los estimados indican una profundidad promedio de 12 m, con una moda de 10 m y un máximo de 105 m.

Las menores profundidades se encuentran al acercarnos a tierra firme, en el extremo Noreste de la Bahía de Samaná (aproximadamente desde Samaná hasta El Francés), que marca el límite septentrional del área de observación de ballenas jorobadas. También hacia el Sur de la bahía, el desarrollo de los bajos arrecifales del Barco Perdido y la Media Luna, así como la topografía accidentada del fondo ofrece otra zona de escasa profundidad y difícil acceso, que limita la dispersión de las ballenas en este sentido.

Hacia el Oeste, existen algunas zonas bajas al Este y al Sur de Cayo Levantado, pero en esta dirección la profundidad no es una limitante para la dispersión de las ballenas jorobadas (Herrera-Moreno, 2005), sino que otros factores relacionados con el carácter estuarino del occidente de la Bahía de Samaná pasan a jugar, como señalaremos más adelante, el papel restrictivo.

La profundidad en el área de observación de ballenas jorobadas va aumentando hacia el Este, en dirección hacia el talud de la plataforma. Dicho talud, es irregular, tiene orientación Noroeste-Sureste y muestra un brusco cambio de pendiente aproximadamente entre los 50 y 100 m, marcando de manera drástica una frontera entre la plataforma somera y las profundidades oceánicas.

Existe una zona somera que antecede al talud, con profundidades entre 10 y 20 m, que forma el conocido Banco Canadaiqua. Este banco se extiende con forma de lengua a partir de la punta de la Península (entre El Francés y Punta Palometa) por espacio de unas 6 millas hacia el Sureste y tiene un ancho en su centro de unas 0.75 millas. La delimitación del Banco Canadaiqua está dada al Norte, por el talud de la plataforma, pero al Sur lo delimita una depresión interior que constituye una peculiaridad del relieve submarino en el área de observación de ballenas jorobadas dentro de la bahía: el Hueco de las Ballenas.

Se trata de una trinchera submarina con forma de embudo, orientada de Oeste a Este, a unas dos millas al Este de Cayo Levantado, que tiene aproximadamente unas 6.2 millas de largo, 1.3 millas de ancho para una superficie en su abertura de 8.1 millas² (medidos en sus isobatas de 30 a 35 m), con una profundidad máxima de unos 105 m (Fig. 6).

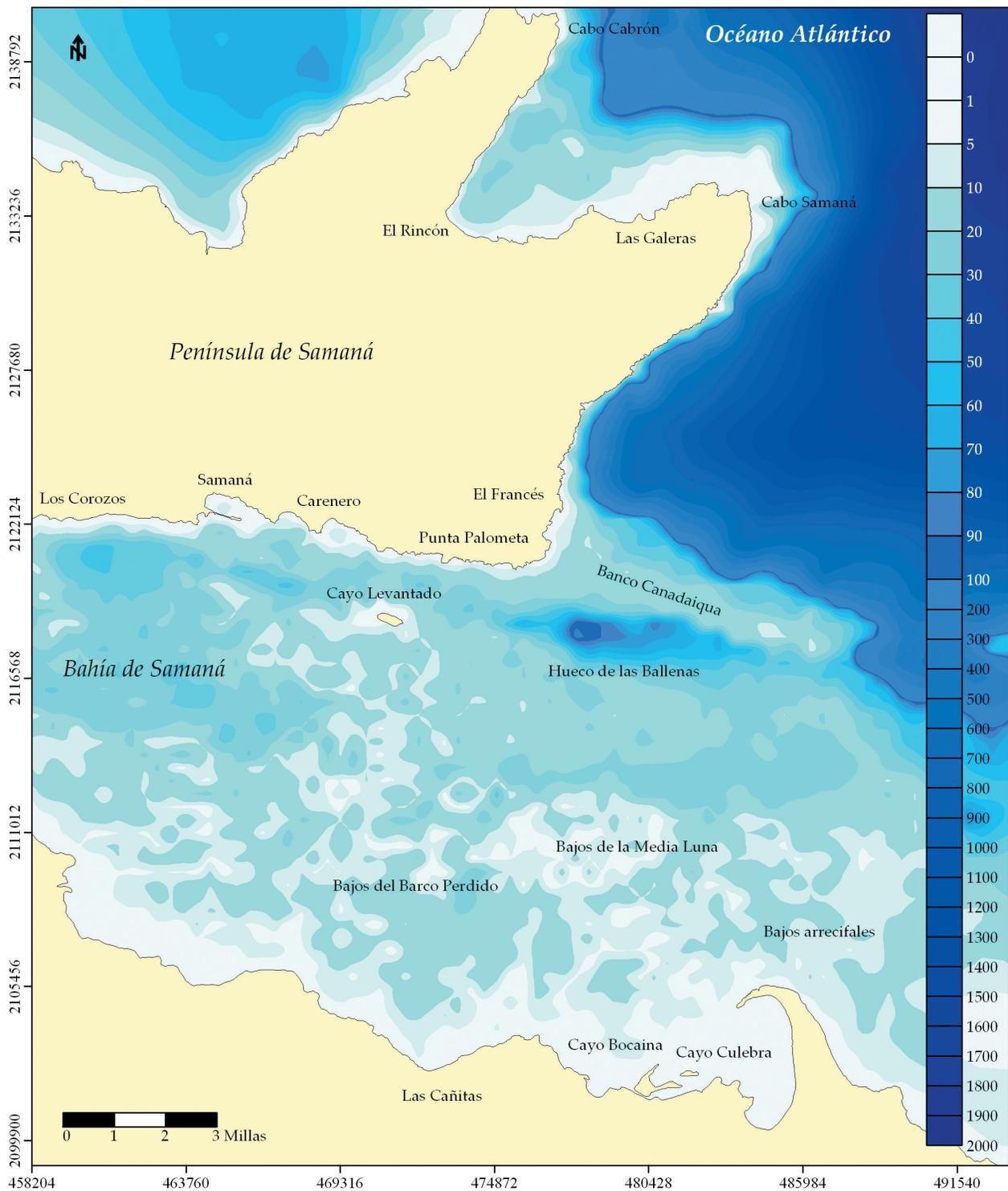


Figura 4. Modelo batimétrico plano del área de observación de ballenas en la Bahía de Samaná. La escala a color indica la profundidad en metros.

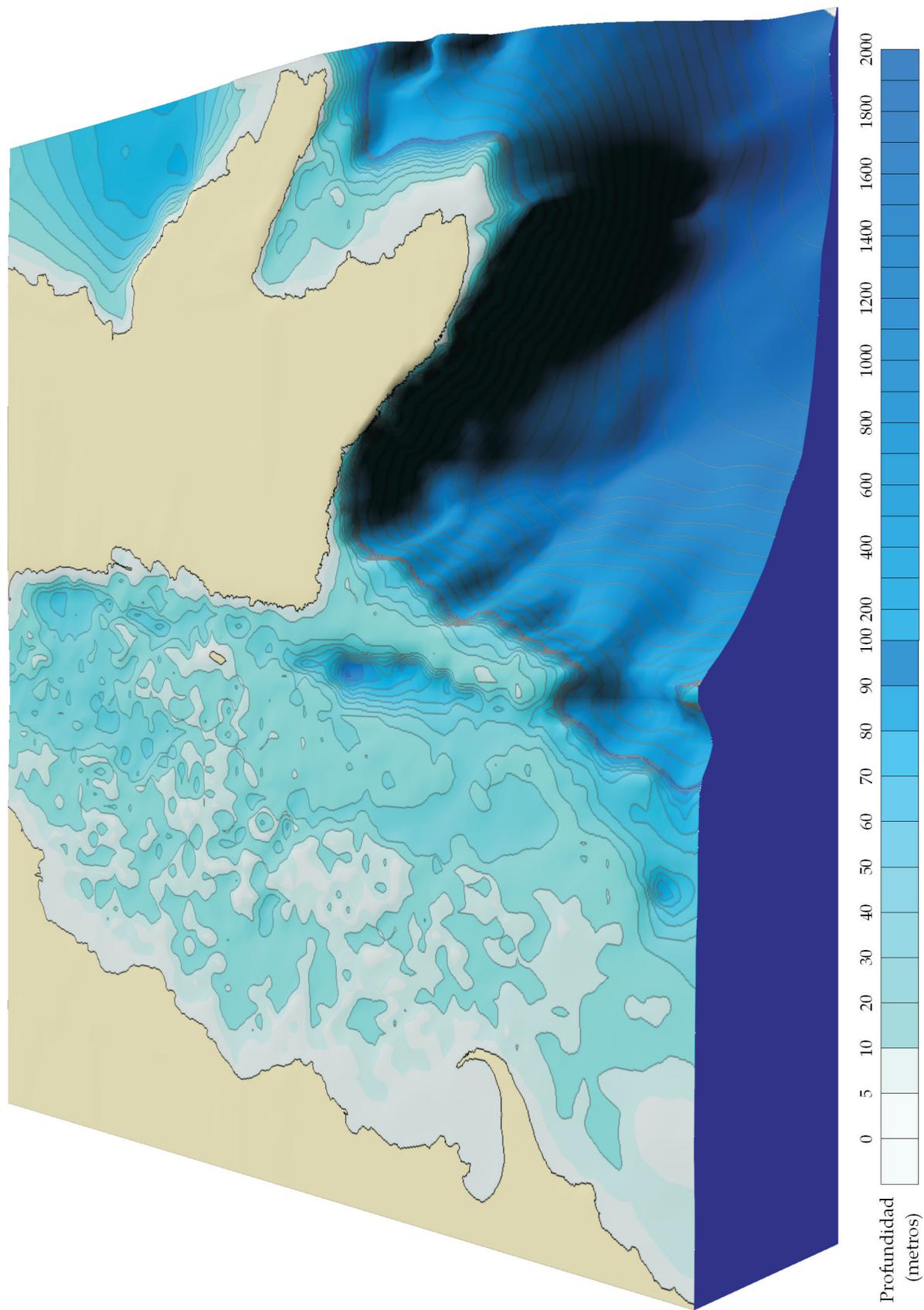


Figura 5. Modelo batimétrico tridimensional del área de observación de ballenas jorobadas en la Bahía de Samaná, elaborado para el presente estudio.

Al presente, desconocemos el papel que puede jugar esta depresión en la distribución de las ballenas y su conducta de buceo (ver Baird *et al.*, 2000). Solamente deseamos destacar, que si valoramos las 8.1 millas² de abertura del Hueco de las Ballenas en relación con las 130 millas² del área de observación dentro de la bahía, éste podría representar cerca de un 6% de espacio, pero si lo comparamos con el área efectiva de concentración de las ballenas, que como veremos, se encuentra focalizada en unas 30 millas², esta depresión se ubica dentro del área preferida por las ballenas ocupando un 27% del espacio, donde además constituye el único ambiente que ofrecería la oportunidad de buceos profundos por debajo de 30 m, dentro de la bahía.

El área de observación de ballenas jorobadas sobre la plataforma comprende también un espacio fuera de la bahía, a lo largo de todo el borde Este de la Península de Samaná, donde el talud se acerca a tierra, aproximadamente a la altura de El Francés, y forma una franja estrecha (cerca de media milla de ancho) con elevada pendiente hasta Cabo Samaná.

Entre Cabo Samaná y Cabo Cabrón, la plataforma nuevamente se ensancha para dar paso a una amplia zona somera, que igualmente muestra una abrupta pendiente en su extremo Norte, indicativa del cambio de la zona somera de plataforma a las grandes profundidades oceánicas.

Por otra parte, también forma parte del área de observación de ballenas jorobadas un espacio oceánico, con profundidades entre 100 y 2000 m fuera de la bahía, donde como veremos, se han realizado cada temporada numerosos avistamientos.

Esta región oceánica, si bien no constituye una zona de concentración, sino más bien de tránsito según comentan Mattila *et al.* (1994), juega un papel relevante en la actividad de observación de ballenas de la región, especialmente a principios y finales de cada temporada, donde la llegada y la partida de las ballenas jorobadas incrementa ligeramente la presencia de individuos en dicha zona de paso y las embarcaciones comerciales deben salir fuera de la bahía a buscarlos.

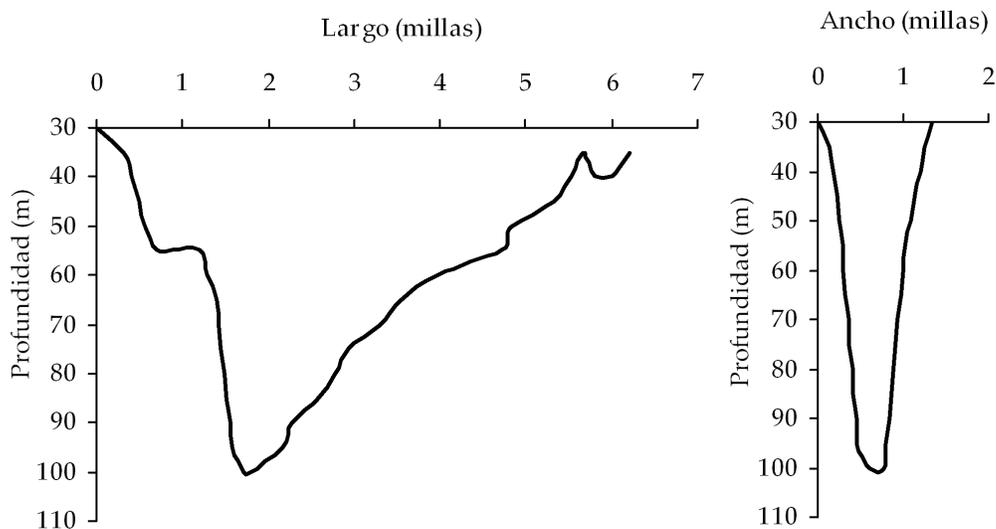


Figura 6. Perfiles batimétricos a lo largo (izquierda) y ancho (derecha) del Hueco de las Ballenas. La medida del largo se ubica entre las Coordenadas 474759 E y 2118818 N en 30 m a 485896 E y 2117032 N en 35 m y la del ancho entre las Coordenadas 477880 E y 2119275 N a 477838 E y 2116999 N, ambas en la isobata de 30 m.

Características oceanográficas del área de observación de ballenas

Distribución horizontal de las variables oceanográficas

Los resultados oceanográficos sugieren un comportamiento diferencial en la distribución de las variables en sentido longitudinal (costa-oceano), bajo la influencia de diversos factores, entre ellos los cambios abruptos en la topografía submarina, las condiciones fisiográficas de la bahía y su dinámica hidrológica, los procesos que tienen lugar en la zona costera y la dilución por mezcla con las aguas oceánicas.

La temperatura superficial del agua en el área de observación en el mes de marzo exhibe valores puntuales entre 25.5 a 25.6°C hacia el océano y entre 26.0 a 26.3°C dentro de la bahía (SEA, 2005). Ello revela la magnitud del gradiente térmico (positivo hacia la costa) que enfrentan las ballenas en su tránsito desde la región oceánica hacia las aguas de la plataforma. Al presente no existen mediciones directas de temperatura para los meses de enero y febrero, si bien los valores estimados a partir de modelos varían entre 26.0 y 26.3 °C, que son los más bajos dentro del ciclo anual (Herrera-Moreno, 2005).

Datos más recientes de la temperatura del agua en el área de observación en el mes de diciembre (SEA, 2006), justo antes de la llegada de las ballenas, muestran valores puntuales entre 27.8 a 28.1°C para la región oceánica

y entre 27.9 a 28.9°C, en las aguas de plataforma, donde la temperatura es ligeramente superior, con valores extremos en el Puerto de Samaná. Estos datos muestran igualmente un gradiente térmico superficial plataforma-oceano, positivo hacia la costa (Fig. 7).

Estos valores, justo antes y durante la temporada de ballenas, están en el orden de los obtenidos durante avistamientos de ballenas jorobadas en otras áreas de reproducción en el Atlántico y el Caribe. Para el Caribe Este, entre febrero y marzo del 2000 se reportan temperaturas de 26.2 a 27.3 °C en Guadalupe, 26.7 a 27.2°C en Martinica, 27.6 a 28.1 °C en Barbados, 26.9 °C en Granada, 26.7 a 27.3 °C en Trinidad y Tobago y más bajas en Venezuela con 23.9 °C (Swartz *et al.*, 2003). Durante febrero y marzo del 2001 se reportaron temperaturas entre 25.3 y 27.7 °C a lo largo del Este de las Bahamas, Puerto Rico e Islas Vírgenes (Swartz *et al.*, 2002).

En relación con la salinidad, SEA (2005) reporta valores entre 36.1 y 36.2 ‰ para la región oceánica y entre 34.0 y 34.6 ‰ para la plataforma, en marzo del 2005. Existe por tanto, un gradiente costa-oceano también en el campo halino, vinculado a las condiciones estuarias de la bahía, si bien la salinidad en el área de observación no parece alcanzar valores mucho menores que los indicados, según el patrón de distribución de la salinidad super-

ficial para la Bahía de Samaná (Kramer, 2005). Mediciones más recientes de SEA (2006) en diciembre del 2006, muestran valores puntuales entre 36.0 y 36.3 ‰ para la región oceánica y aguas menos salinas en la plataforma, entre 33.9 y 35.8 ‰ (Fig. 7). Los valores van disminuyendo hacia el interior de la bahía y alcanzan sus mínimos dentro del Puerto de Samaná, donde inciden de manera importante los aportes locales de agua dulce y la evaporación en un área de relativo confinamiento.

Por su parte, la transparencia del agua muestra también un marcado gradiente con valores cercanos a cero en el occidente de la bahía (relacionado principalmente con el aporte de sedimentos de los Ríos Yuna y Barracote) que se van incrementando hacia el océano. Poco

antes del área de observación, la visibilidad medida con el disco Secchi, asciende ya a valores de hasta 20 m (Kramer, 2005) y puede alcanzar hasta 50 m en la propia área de observación de ballenas (Mattila *et al.*, 1994).

Este gradiente se manifiesta también en otros parámetros oceanográficos. El fosfato en la región oceánica varía entre 0.074 y 0.112 μM , mientras que en la plataforma se reportan valores superiores, entre 0.178 y 0.247 μM (SEA, 2005; 2006), indicando aguas más enriquecidas en el interior de la bahía. Ello tiene su reflejo en la distribución horizontal superficial de la biomasa fitoplanctónica (estimada como clorofila *a*) con valores oceánicos puntuales entre 0.053 y 0.089 $\mu\text{g/L}$ que ascienden a 0.445 $\mu\text{g/L}$ en plataforma (SEA, 2005; 2006).

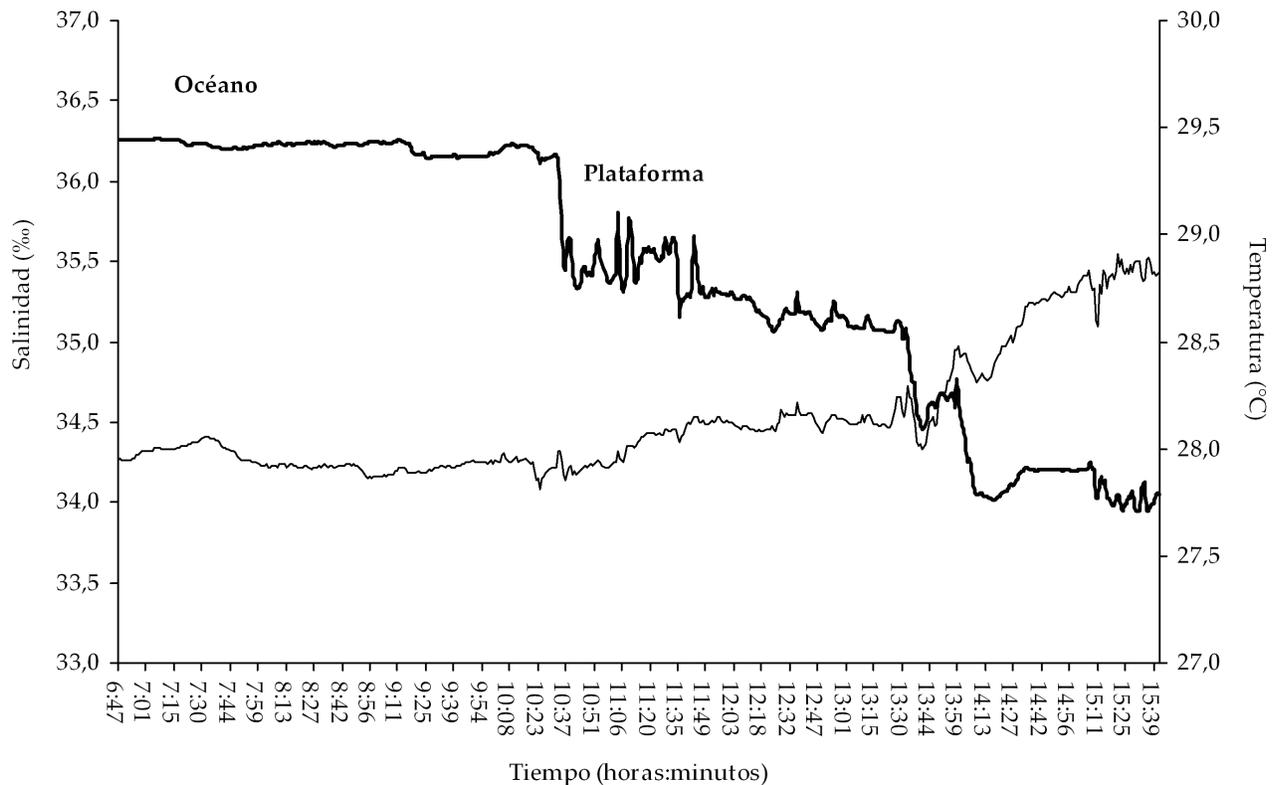


Figura 7. Variación de la salinidad (línea gruesa) y la temperatura (línea fina) superficial del agua en mediciones continuas el 9 de diciembre de 2006, desde las 6:47 a.m hasta las 15:43 p.m. durante la entrada del Corwith Cramer a la Bahía de Samaná. Se indica la posición relativa de la región oceánica y la de plataforma.

También los valores crudos de la fluorescencia *in vivo* de la clorofila *a* determinados por SEA (2006) en registros continuos, muestran cambios notables de la región oceánica a la plataforma (Fig. 8). Los valores oceánicos varían entre 820 y 931, se incrementan al acercarse al talud (entre 1058 y 2335), para alcanzar un máximo de 5179 sobre la plataforma. Los valores relativamente altos que se observan antes de llegar al talud indican la exportación de aguas de mayor productividad que tiene lugar desde la bahía al entorno oceánico, como es típico de los grandes estuarios.

Distribución vertical de las variables oceanográficas

Además de las tendencias en la distribución superficial de los parámetros descritos, las mediciones en la columna de agua sobre el Huevo de las Ballenas revelan variaciones

verticales notables (Fig. 9). Las determinaciones de varios parámetros mostraron diferencias entre los valores en superficie y en el nivel de 100 m, con variaciones respectivas de 28 a 27.3 °C para la temperatura, 35 a 36.4 ‰ la salinidad, 22.3 a 23.7 σ_t la densidad y 0.02 a 0.33 V la fluorescencia (SEA, 2006). En este intervalo de profundidades, los cambios más bruscos en los valores de los parámetros analizados se observaron entre la superficie y unos 10 m de profundidad.

Los resultados oceanográficos sugieren también un comportamiento diferencial en la distribución de las variables oceanográficas en sentido vertical. El análisis revela una capa de menor densidad (mayor temperatura y menor salinidad) desde la superficie hasta unos 10 m de profundidad y un estrato inferior de mayor densidad (menor temperatura y mayor salinidad), entre 10 y 30 m.

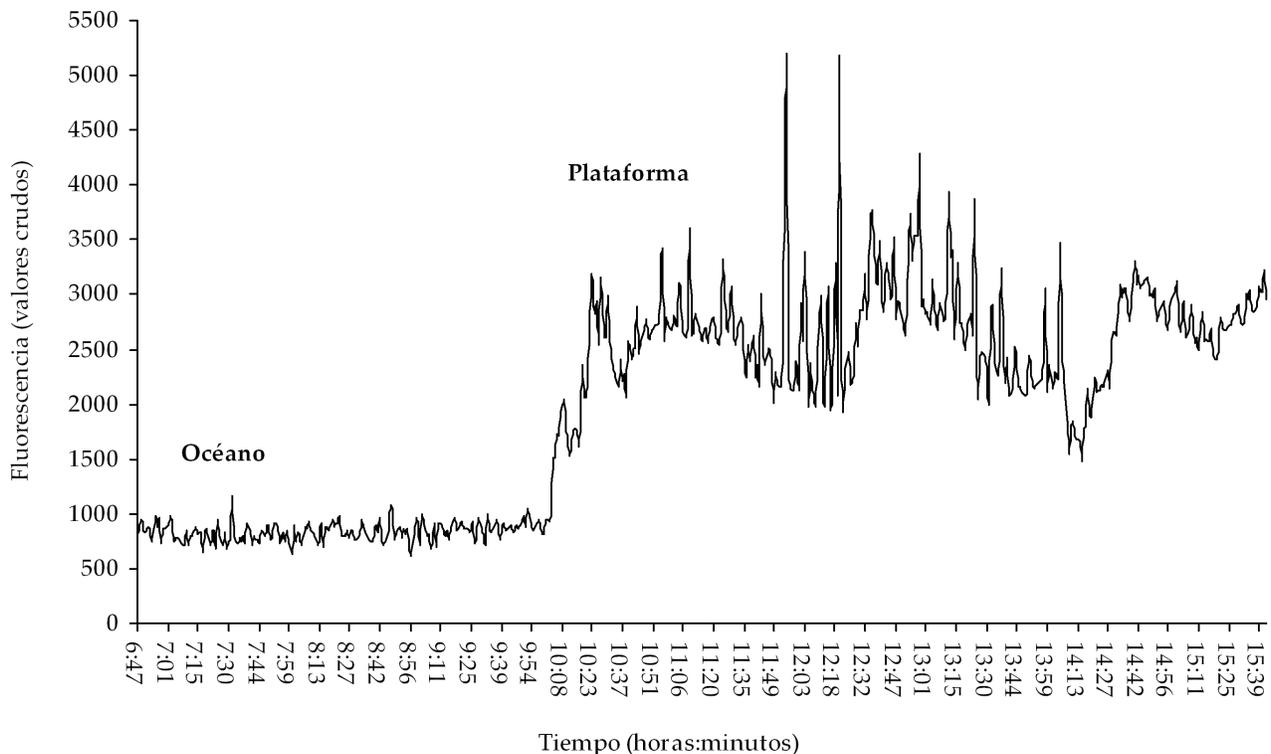


Figura 8. Variación de la fluorescencia del agua en mediciones continuas el 9 de diciembre de 2006, desde las 6:47 a.m hasta las 15:43 p.m. durante la entrada del Corwith Cramer a la Bahía de Samaná. Se indica la posición relativa de la región oceánica y la de plataforma en el interior de la bahía.

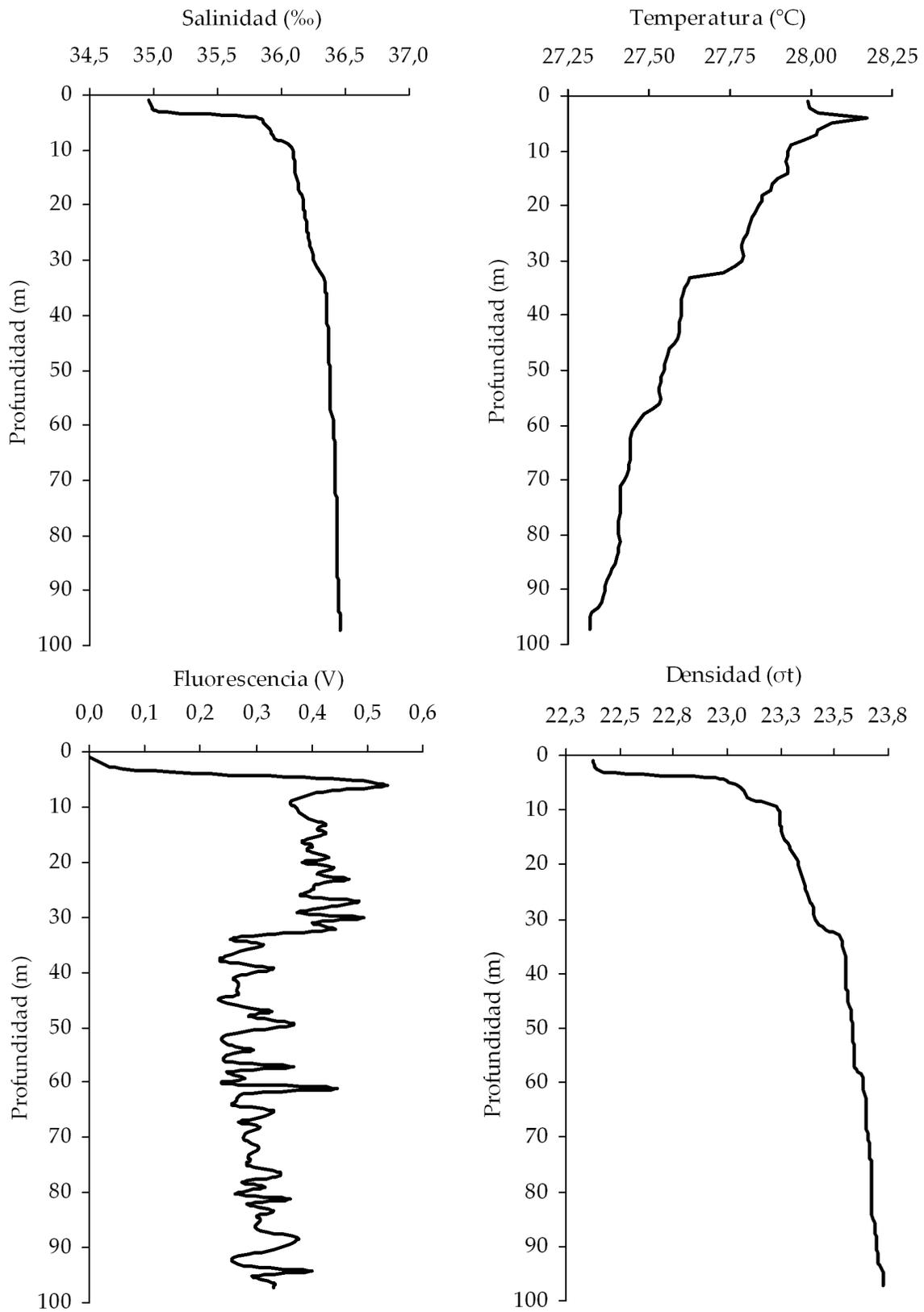


Figura 9. Distribución vertical de varios parámetros en la Estación C208-036, sobre el Hueco de las Ballenas, en el área de observación de ballenas jorobadas, según datos de SEA (2006).

A partir de los 30 m, la variación vertical de los parámetros refleja la situación dentro del Hueco de las Ballenas, su distribución se hace más homogénea y las variaciones se atenúan.

Sistema de vientos

La Bahía de Samaná se encuentra bañada por las aguas del Océano Atlántico, donde la mayor parte de las olas son generadas por los vientos Alisios. En particular, el oleaje que afecta la entrada de la Bahía de Samaná, donde se encuentra el área de observación de ballenas, está relacionado, principalmente, con la transferencia de la energía de los vientos a la superficie libre del mar. Por esta razón se consideró de interés investigar la situación de los vientos durante las tres temporadas de colecta de datos, como parte de la descripción física del área de distribución de las ballenas, donde el viento y el oleaje son factores determinantes en la actividad de observación.

La información suministrada por el Instituto de Meteorología sobre velocidad y dirección del viento diario, durante los años 2004, 2005 y 2006, procede de la Estación Meteorológica de Arroyo Barril (Coordenadas UTM 453369 E y 2123177 N) situada a unas 8 millas al Oeste del área de observación de ballenas. Los datos fueron procesados con el Programa WRPLOT (Wind Rose Plot for Meteorological Data) de Lakes Environmental Software, considerando ocho rumbos y nueve clases de frecuencias para la velocidad del viento (1 a >10 m/s), con un intervalo de clase de 0.5. Las rosas de viento obtenidas se muestran en la Figura 10.

El análisis de los datos para el primer trimestre del año 2004 revela que los vientos procedentes del Norte tuvieron la mayor frecuencia (40.7%) con velocidades entre 5.11 a 6.81 m/s, seguidos de los vientos con rumbo Este (20.9%), con velocidades entre 5.31 a 6.39 m/s.

La componente del Oeste ocupó el tercer lugar con una frecuencia de 16.5% y velocidades entre 5.11 a 6.39 m/s.

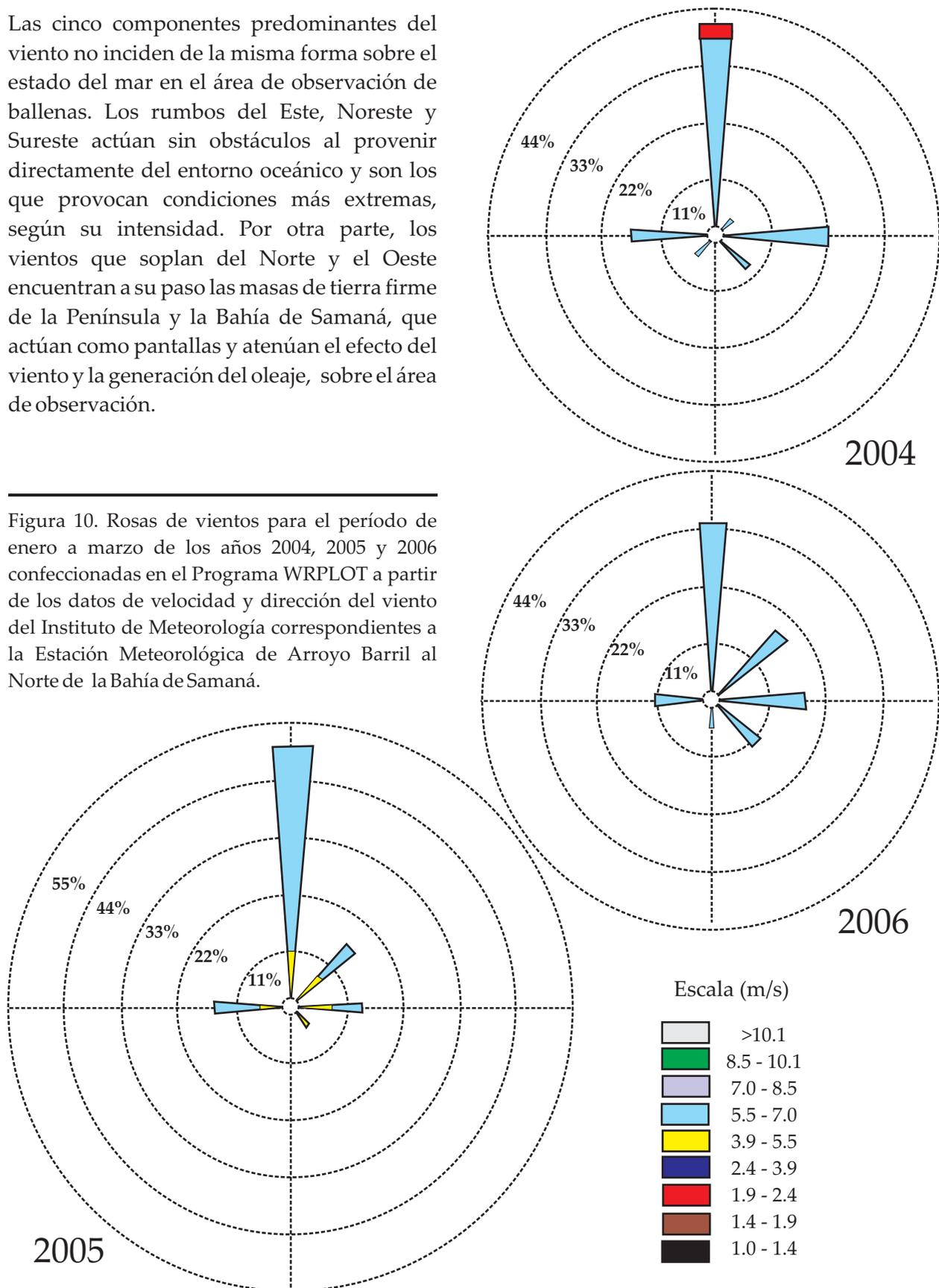
En los tres primeros meses del 2005 se incrementó ligeramente la frecuencia de los vientos procedentes del Norte (50%) con velocidades entre 5.31 a 6.19 m/s, seguidos de los vientos con rumbo Noreste, pero con frecuencias mucho más bajas (15.6%) y velocidades entre 4.89 a 5.75 m/s. En esta temporada los vientos del Oeste tuvieron una frecuencia (14.4%) con velocidades entre 4.92 a 6.39 m/s. Por su parte, entre enero y marzo del año 2006 los vientos procedentes del Norte tuvieron la mayor frecuencia (34%), variando entre 5.31 a 6.19 m/s. Le siguieron en importancia los vientos del Este y Noreste con iguales frecuencias (17.8%), ambos con velocidades máximas de 6.19 m/s y mínimas de 4.36 y 5.36 m/s, respectivamente.

De manera general las componentes de viento más importantes en el área de observación de ballenas durante la temporada reproductiva de enero a marzo provienen –en orden de magnitud- del Norte, Este, Oeste, Noreste y Sureste. Sus frecuencias suman en total más del 90% de los ocho rumbos analizados, si bien varían individualmente de una temporada a otra. Las variaciones de rumbo más notables las encontramos en el 2004 donde el sistema de vientos mostró una reducción notable de la componente del Noreste (4.4%).

En relación con la velocidad de los vientos los promedios trimestrales para cada una de las temporadas estudiadas arrojan valores de 5.85, 5.63 y 5.73 m/s para los años 2004, 2005 y 2006, respectivamente, considerando los ocho rumbos. En general las velocidades del viento para todos los rumbos predominantes tienen mínimos y máximos respectivos de 5.11 y 6.81 m/s, este último registrado a finales de febrero de 2004.

Las cinco componentes predominantes del viento no inciden de la misma forma sobre el estado del mar en el área de observación de ballenas. Los rumbos del Este, Noreste y Sureste actúan sin obstáculos al provenir directamente del entorno oceánico y son los que provocan condiciones más extremas, según su intensidad. Por otra parte, los vientos que soplan del Norte y el Oeste encuentran a su paso las masas de tierra firme de la Península y la Bahía de Samaná, que actúan como pantallas y atenúan el efecto del viento y la generación del oleaje, sobre el área de observación.

Figura 10. Rosas de vientos para el período de enero a marzo de los años 2004, 2005 y 2006 confeccionadas en el Programa WRPLOT a partir de los datos de velocidad y dirección del viento del Instituto de Meteorología correspondientes a la Estación Meteorológica de Arroyo Barril al Norte de la Bahía de Samaná.



Patrones de oleaje

Según datos del WIS (Wave Information Study) del National Climatic Data Center (NCDC), en correspondencia con el rumbo predominante de los vientos Alisios, la dirección más frecuente de las olas que pueden influir en el área de observación de ballenas jorobadas en el extremo Este de la Bahía de Samaná es del Este-Noreste (40.97 %), seguida por el Este (22.33 %) y el Noreste (21.64 %) (Fig. 11).

La frecuencia de las olas procedentes del Norte-Noreste es mucho menor y las olas de componente Norte y Oeste prácticamente no penetran al interior de la bahía, o sólo lo hacen parcialmente, debido a la protección efectiva que ofrece la Bahía y la Península de Samaná, como ya hemos señalado.

Para las olas procedentes del Este-Noreste, que son las de mayor probabilidad de ocurrencia, la altura significativa del oleaje es de 1.81 m y su período es de 7.81 seg. Las olas

provenientes del Este, que son las segundas en probabilidad, habitualmente tienen una altura de 1.60 m con 6.5 seg de período, mientras que las del Noreste, terceras en probabilidad, alcanzan una altura próxima a los 2 m, con un período de 9.6 seg.

En cuanto al comportamiento estacional del oleaje existen diferencias entre la temporadas de invierno y verano. A pesar de que durante todo el año en la región se producen olas de gran energía, entre los meses de abril y agosto se reportan los menores valores de altura significativa y los menores períodos. Desde septiembre y hasta marzo -donde se incluye la temporada de ballenas- se incrementa la energía de las olas y su altura significativa llega a superar de forma sostenida los 3 m.

Las condiciones del viento y el oleaje que éste genera, tienen una importante incidencia sobre la actividad de observación de ballenas jorobadas en la Bahía de Samaná, al cambiar bruscamente y en corto tiempo las condiciones locales.

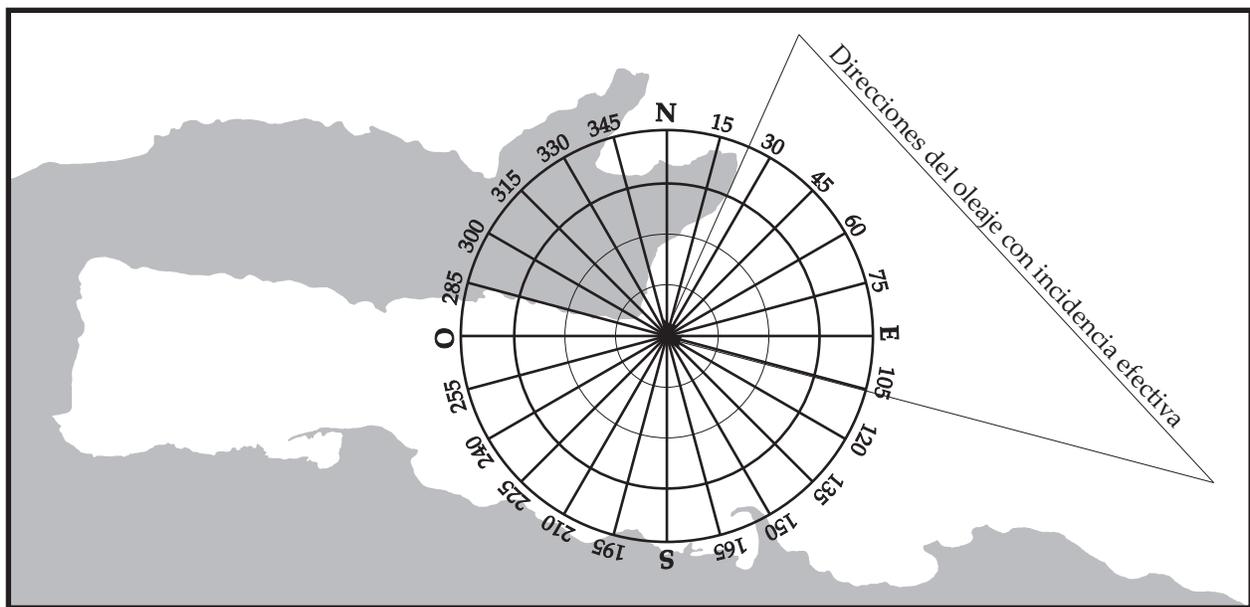


Figura 11. Rumbos de oleaje con incidencia efectiva sobre el área de observación en la Bahía de Samaná.

Patrones de distribución espacial de las ballenas jorobadas

Patrón de distribución general

En los tres años estudiados se realizaron 1,333 avistamientos y se vieron 3,044 ballenas, en 667 salidas. Las mayores concentraciones se ubican en el extremo Noreste de la Bahía de Samaná en el espacio de unas 30 millas², que abarca el Banco Canadaiqua (entre 10 y 20 m de profundidad), el Hueco de las Ballenas (entre 20 a 105 m) y toda la zona de 20 m al Sur del Hueco de las Ballenas y al Este de Cayo Levantado.

En este espacio se observó prácticamente el 80% de todos los avistamientos del interior de la bahía (Fig. 12), mostrando el carácter agregado de la distribución, avalado estadísticamente por una relación varianza/ media de 67.7 (N=151) y su ajuste al modelo de probabilidad de la binomial negativa ($k=0.464$) según la prueba de chi cuadrado ($v=13$, $\chi^2=5.09$, $\alpha > 0.05$). Mattila *et al.* (1994) ya habían señalado el carácter no aleatorio de la distribución de las ballenas en la Bahía de Samaná.

A partir de este núcleo de concentración de los avistamientos existe una zona periférica de datos dispersos, cuyos puntos extremos, en el interior de la Bahía de Samaná se ubican entre los Cayos La Culebra y Bocaina (Coordenadas UTM 481464 E y 2101172 N) al Sur, y a la altura de Las Pascualas (Coordenadas UTM 458323 E y 2119747 N), al Oeste.

Los límites Norte y Sur de la distribución de las ballenas vienen dados por la existencia de la barrera física que impone la reducción de la profundidad, por la presencia de tierra firme al Norte y de los bajos arrecifales del Barco Perdido y la Media Luna, al Sur.

Al Oeste de la bahía, como ya comentamos, la profundidad no es una limitante para la distribución de las ballenas, pero se reconoce que factores como la turbidez asociada al régimen estuarino están involucrados. La transparencia del agua cobra especial importancia, pues la habilidad de poder ver a sus conespecíficos es una ventaja crucial en áreas reproductivas. Por ello, se presume que las ballenas evitan esta zona de escasa visibilidad (Mattila *et al.*, 1994).

Fuera de la bahía, los puntos extremos de los avistamientos se ubican al Este (Coordenadas UTM 493092 E y 2111798 N) en la región oceánica y al Norte, a unas 4.4 millas al Este de Cabo Cabrón (Coordenadas UTM 485063 E y 2139525 N). Estos límites están dados por la distancia a la cual llegan las embarcaciones de turismo de observación de Samaná pero en realidad es posible, durante la temporada, observar ballenas en otros sitios de la plataforma dominicana tanto al Este como al Sur, según revelan los resultados de nuestra encuesta con los Centros de Buceo y los reportes de Swartz *et al.* (2002) para el Banco Engaño y Whaley *et al.* (2006) para Isla Saona y su entorno (Fig. 13).

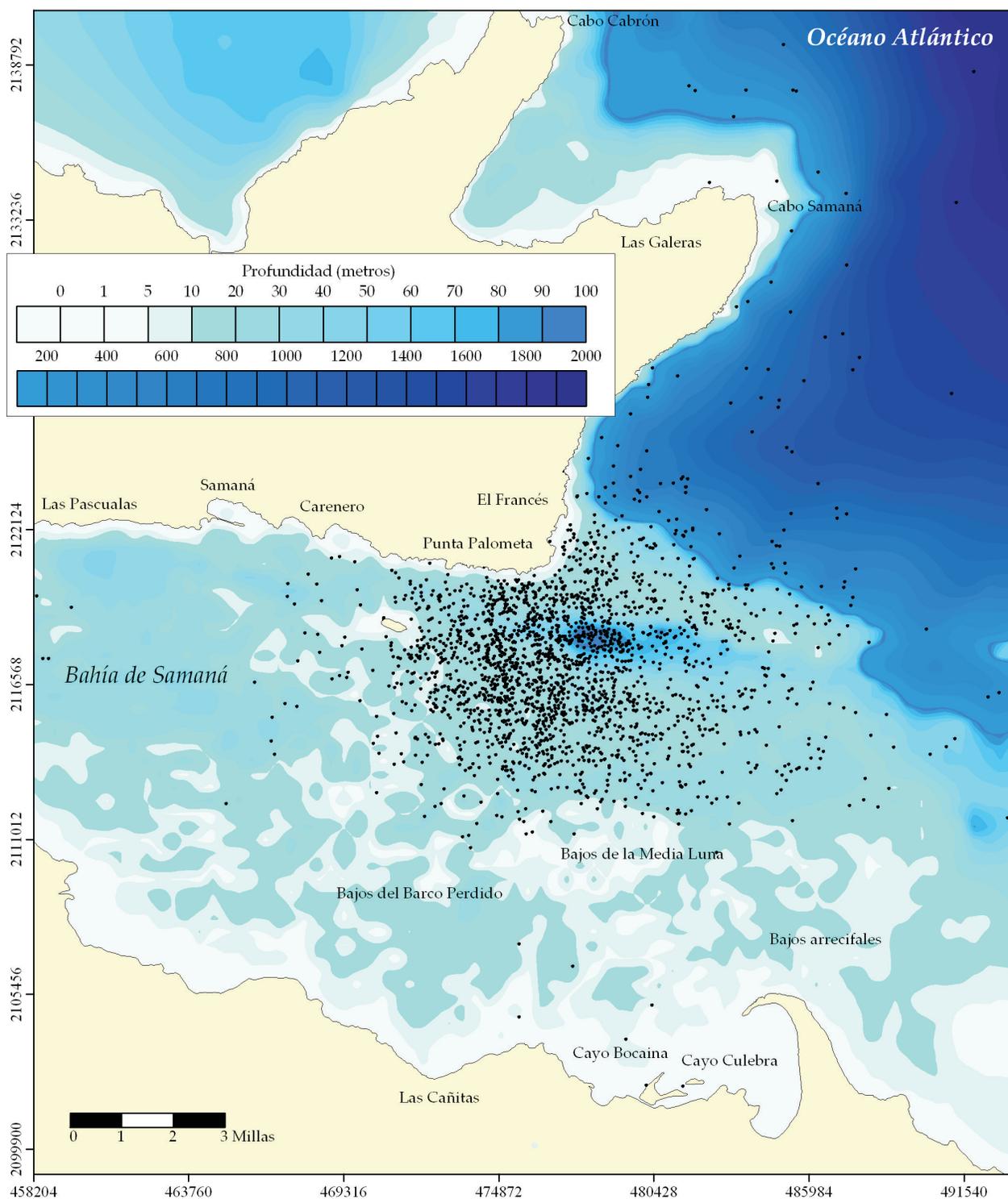


Figura 12. Distribución espacial de los puntos donde se observaron ballenas jorobadas en la Bahía de Samaná y el área oceánica adyacente, entre los años 2004 a 2006. La escala a color indica la profundidad en metros.

Mattila *et al.* (1994) observaron prácticamente todas las ballenas jorobadas hacia la boca de la bahía, con concentraciones a lo largo del Banco Canadaiqua y a la altura de Punta Balandra y Cabo Samaná. León (2003) concluye que dicha área continúa siendo la más utilizada por las ballenas, si bien la extiende una milla hacia el Oeste y al Sur con nuevos avistamientos. Nuestros resultados confirman las distribuciones anteriores y amplían considerablemente el área conocida.

Casi dos décadas de observaciones, desde los primeros estudios realizados por Mattila *et al.* (1994) en 1988 al presente, revelan que las

ballenas jorobadas han continuado visitando la Bahía de Samaná y utilizando el mismo espacio de agregación (Fig. 14), lo cual reafirma la extraordinaria importancia reproductiva de esta región.

Patrones de distribución quincenal

La distribución de los avistamientos de ballenas jorobadas en el área de observación, que acabamos de presentar en conjunto, muestra variaciones estacionales notables que han sido analizadas separando los datos por quincenas (Tabla 4), considerando las tres temporadas estudiadas (Fig. 15).

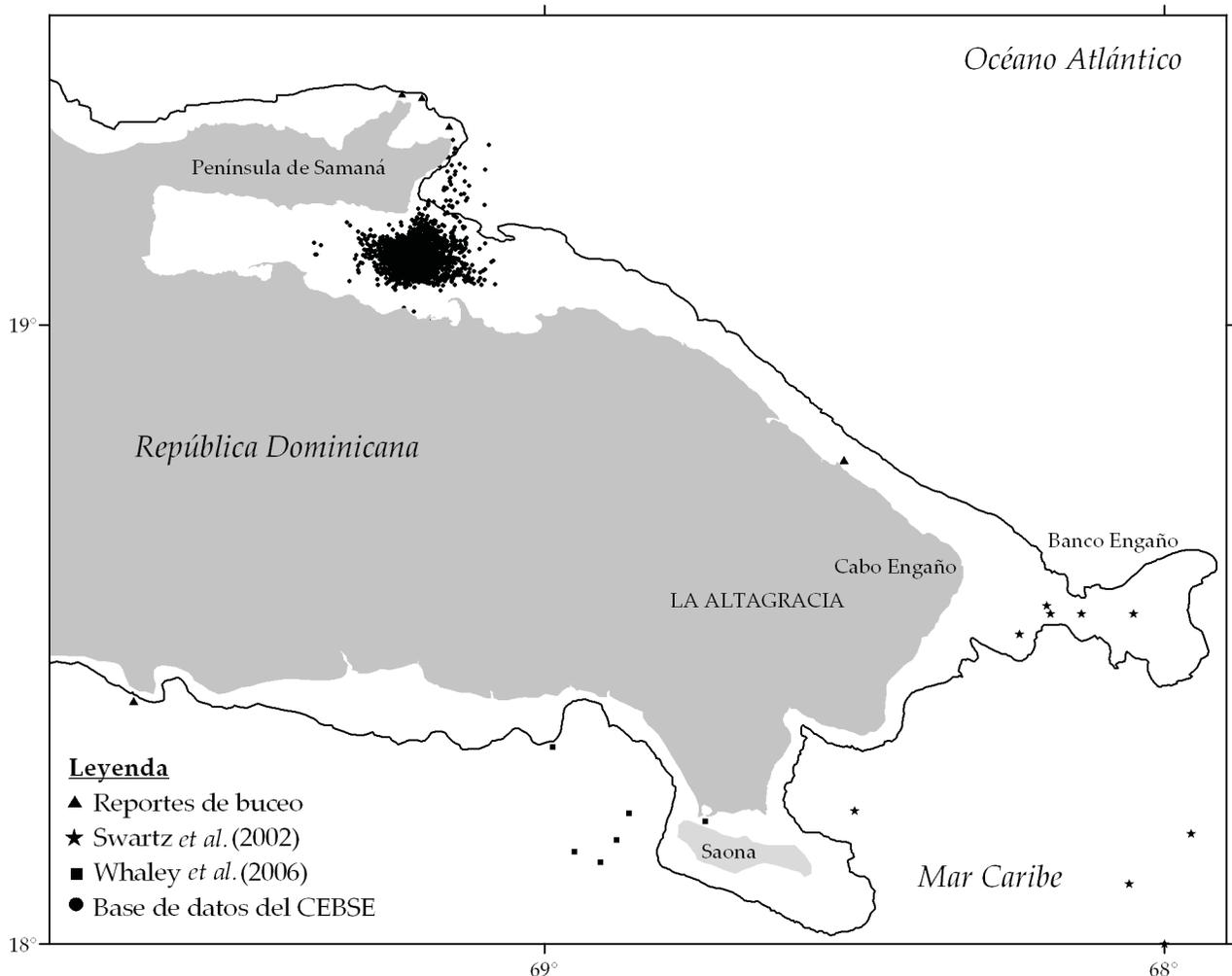


Figura 13. Avistamientos de ballenas jorobadas en la plataforma dominicana y área oceánica colindante. La línea indica la isobata de 100 m. El reporte de buceo al Sur, según Markus Hämmerle de Caribbean Divers.

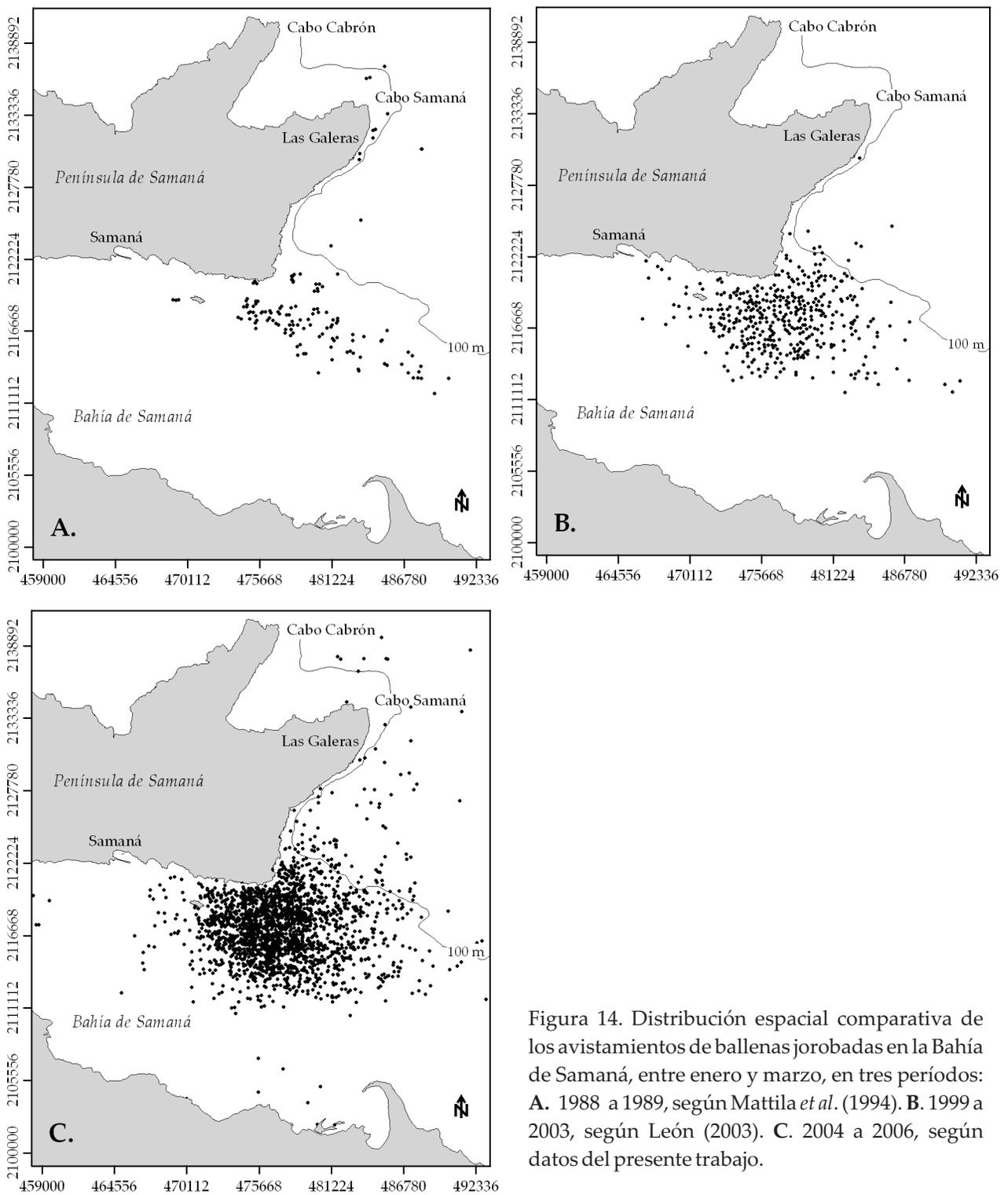


Figura 14. Distribución espacial comparativa de los avistamientos de ballenas jorobadas en la Bahía de Samaná, entre enero y marzo, en tres periodos: A. 1988 a 1989, según Mattila *et al.* (1994). B. 1999 a 2003, según León (2003). C. 2004 a 2006, según datos del presente trabajo.

Típicamente en los meses de enero, los avistamientos en el interior de la bahía (en profundidades iguales o menores a 100 m) están dispersos y se ubican hacia el extremo Este de la boca de la bahía. Ningún avistamiento sobrepasa en esta época el extremo Oeste de Cayo Levantado.

Además, un 20% de los avistamientos fueron realizados fuera de la Bahía de Samaná (en profundidades superiores a 100 m) y algunos sobrepasan la altura de Cabo Samaná. En enero es cuando se registraron los puntos más extremos en la región oceánica, con observaciones al Este de la boca de la bahía (Coordenadas UTM 493092 E y 2111798 N) y a unas 4.4 millas al Este de Cabo Cabrón (Coordenadas UTM 485062 E y 2139525 N).

En estos meses se realizó el menor número de avistamientos (entre 47 y 55) y se observó el menor número de ballenas (entre 101 y 133). Estas cifras reflejan el período donde las ballenas están arribando a la bahía (Tabla 4).

Los meses de febrero parecen caracterizar un período de mayor abundancia de ballenas en el área de observación. En ambas quincenas los puntos se muestran más concentrados y desplazados hacia el Oeste, en relación con lo observado en enero, con numerosos avistamientos que sobrepasan la altura de Cayo Levantado.

En la primera quincena de febrero se incrementa de manera significativa el número de avistamientos (entre 84 y 141) y se observa un mayor número de ballenas (entre 183 y 311). Un patrón similar, con valores ligeramente superiores, muestra la segunda quincena de febrero, donde el número de avistamientos varió entre 102 y 154 y el número de ballenas entre 218 y 360.

En los meses de febrero se realizaron los avistamientos más internos en la bahía, con un grupo competitivo al Oeste a la altura de Las Pascualas (Coordenadas UTM 458322 E y 2119746 N) y una madre con ballenato al Sur,

Tabla 4. Número de salidas, avistamientos y ballenas, por quincena y por años, durante los tres años de observaciones. E. Enero, F. Febrero, M. Marzo, Q. Quincena.

Parámetros	Año	E	F(Q1)	F(Q2)	M(Q1)	M(Q2)	Total
Número de salidas	2004	32	37	48	34	30	181
	2005	42	64	55	71	32	264
	2006	30	51	63	50	28	222
	Total	104	152	166	155	90	667
Número de avistamientos	2004	55	141	154	91	79	520
	2005	49	92	125	147	54	467
	2006	47	84	102	70	43	346
	Total	151	317	381	308	176	1333
Número de ballenas	2004	133	311	308	217	176	1145
	2005	101	188	360	372	126	1147
	2006	103	183	218	161	87	752
	Total	337	682	886	750	389	3044

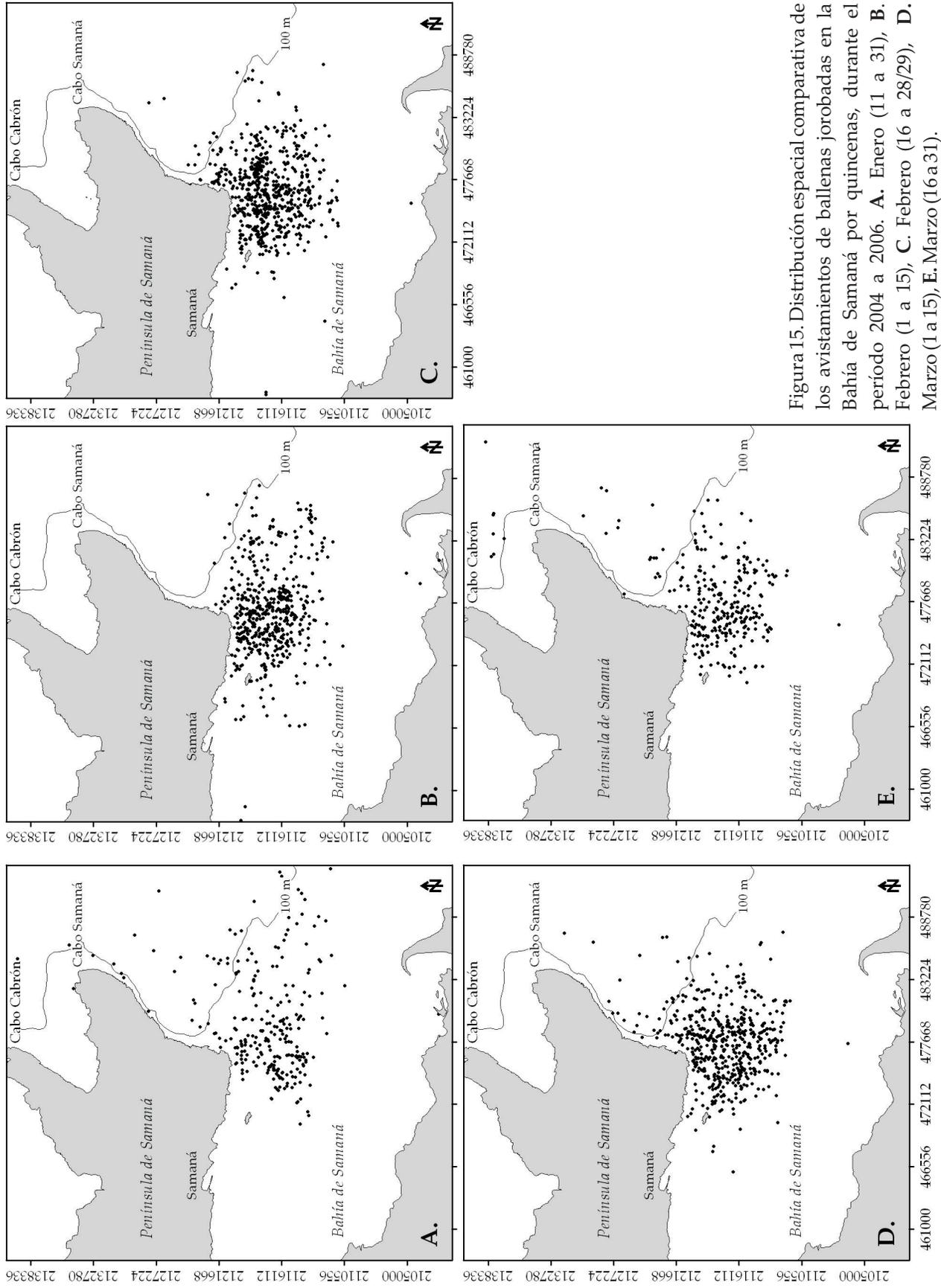


Figura 15. Distribución espacial comparativa de los avistamientos de ballenas jorobadas en la Bahía de Samaná por quincenas, durante el período 2004 a 2006. **A.** Enero (11 a 31), **B.** Febrero (1 a 15), **C.** Febrero (16 a 28/29), **D.** Marzo (1 a 15), **E.** Marzo (16 a 31).

cerca de los Cayos La Culebra y Bocaina (Coordenadas UTM 481464 E y 2101172 N), ambos en el 2005. El 97% de todos los avistamientos de los meses de febrero fueron realizados dentro de la bahía.

En los meses de marzo, los primeros quince días son aún representativos de un patrón de presencia y abundancia, similar a la segunda quincena de febrero, si bien el número de avistamientos fue menor (entre 70 a 147), al igual que el número de ballenas en el 2004 y el 2006 (217 y 161, respectivamente), no así en el 2005, con 372. En esta quincena el 95% de los avistamientos tuvieron lugar dentro de la bahía. Los puntos se mantienen concentrados en el mismo espacio y varios avistamientos sobrepasan a Cayo Levantado, si bien no se observaron ballenas en puntos tan extremos al Oeste o al Sur, como en febrero.

Hacia la segunda quincena de marzo los avistamientos comienzan a estar más influidos por la partida de las ballenas y el patrón de distribución entonces se asemeja más al encontrado en el mes de enero. El número de avistamientos disminuye (entre 43 y 79), así como el número de ballenas (entre 87 y 176). En el interior de la bahía los avistamientos vuelven a estar dispersos, se ubican hacia el extremo Este de la boca de la bahía y no sobrepasan la altura de Cayo Levantado.

Aunque el patrón de distribución de los avistamientos de la segunda quincena de marzo es similar al de enero, ambos difieren en los porcentajes de avistamientos dentro y fuera de la bahía. En enero, los avistamientos realizados fuera de la bahía, en profundidades superiores a 100 m alcanzaban un 20%, mientras que a finales de marzo éstas se reducen a un 5%.

Posiblemente, la explicación radica no tanto en la ausencia de ballenas fuera de la bahía en el mes de marzo, sino que a finales de temporada las compañías de observación se encuentran ya en fase de cierre y no están dispuestas a hacer el gasto de buscar ballenas recorriendo distancias tan largas, a diferencia del mes de enero donde comienza la venta y la promoción de los viajes de observación. De hecho, es en enero cuando se registran –como ya comentamos– los puntos extremos en la región oceánica.

La información sobre la segunda quincena de marzo, tanto la reportada por León (2003) para el período 1999-2003, como la presentada en este estudio para el período 2004-2006, constituyen los primeros datos de la etapa final de la temporada de observación de ballenas en la Bahía de Samaná, pues Mattila *et al.* (1994) solo realizaron observaciones hasta el 16 de marzo.

Grupos sociales

Proporción de grupos sociales

El análisis de las proporciones generales de los diferentes grupos sociales identificados muestra cuatro grupos que se mantuvieron como dominantes en los tres años estudiados: parejas (29.2%), madres con ballenatos (21.5%), solitarios (20.9%) y grupos competitivos sin ballenatos (19.2%), cuyos porcentajes suman prácticamente un 90%, si bien las frecuencias interanuales de cada grupo en particular fueron variables (Fig. 16).

En los años 2005 y 2006, los valores porcentuales de madres con ballenatos (28%) superan a los de los anteriores tres grupos comparados, mientras que en el 2004 las parejas y las ballenas solitarias tuvieron valores mayores (35.3 y 27.1%, respectivamente).

Los grupos competitivos sin ballenato mantuvieron proporciones similares en los tres años (entre 18.2 y 19.6%). El mayor grupo competitivo se halló en marzo del 2004 a 2 millas al Este de Cayo Levantado, con 12 ballenas. Mattila *et al.* (1994) encontraron en la Bahía de Samaná grupos activos de hasta 15 individuos.

Los grupos de madre, ballenato y escolta, grupo con ballenato y tríos no competitivos presentaron siempre, comparativamente, menores porcentajes que los restantes grupos

mencionados. Las parejas de madres y juveniles solo se diferenciaron en unos diez casos y los de juveniles solitarios en ocho casos, por lo que ninguno de estos dos grupos fue incluido en el análisis global. Estas categorías resultan difíciles de definir dado que el reconocimiento de los juveniles requiere de una experiencia que no siempre tenían todos los monitores.

Parece claro que la proporción de los diferentes grupos sociales en nuestros datos está determinada por las características de la propia observación de ballenas, más que reflejando la composición natural descrita por Mattila *et al.* (1994). De hecho, nuestros resultados coinciden con los de León (2003), que en su análisis de los datos obtenidos también desde embarcaciones comerciales para el período 1999-2003, halló que las parejas, madres con ballenatos, solitarios y grupos competitivos eran los dominantes en los avistamientos.

Este patrón difiere de las proporciones de Mattila *et al.* (1994), donde la dominancia corresponde a solitarios (41.8%), parejas (31.3%) y grupos competitivos sin ballenatos (10.3%). Los dos primeros grupos no resultan tan atractivos para la observación turística.

Los datos de proporción de grupos tomados desde embarcaciones comerciales pueden estar sesgados por problemas de selectividad. Por una parte, si los operadores de cualquier

tipo de embarcación pueden escoger, es un hecho que serán siempre más proclives a dirigirse hacia donde se encuentran grupos que le garanticen una observación atractiva para su público. Así, los grupos competitivos, con sus conductas de saltos, coletazos y aletazos ofrecen un espectáculo dinámico muy apreciado por los turistas.

Por otra parte, las madres con ballenatos, además de ofrecer una imagen de familiaridad y ternura, facilitan la observación dado que el ballenato debe salir con mayor frecuencia a la superficie que los adultos.

Además, el sesgo en las proporciones de los grupos sociales puede venir dado también por el tipo de embarcación. Las yolas, que por su menor tamaño y alcance tienen un estilo de excursiones cortas y rápidas, centran la observación en los sitios someros, lo más cercanos posible a la costa, incrementan la

proporción de grupos como las madres y ballenatos, que manifiestan una preferencia hacia estos hábitats menos profundos, como explicaremos más adelante.

Betancourt (2004) señalaba que el 44% de todas las observaciones realizadas desde yolas en la temporada 2004 correspondieron a madres con ballenatos, frente a un 10.7% en las lanchas y 19.2% en los barcos. Más recientemente, Betancourt y Herrera-Moreno (2006), en un proyecto de monitoreo de ballenas con los estudiantes de la Comunidad de Carenero en la temporada 2006, hallaron que prácticamente el 50% de los grupos sociales avistados en las salidas de las yolas desde este puerto, fueron madres con ballenatos.

Independientemente de los sesgos en las proporciones de los grupos presentados, la elevada frecuencia de avistamientos de grupos competitivos (al parecer la principal unidad

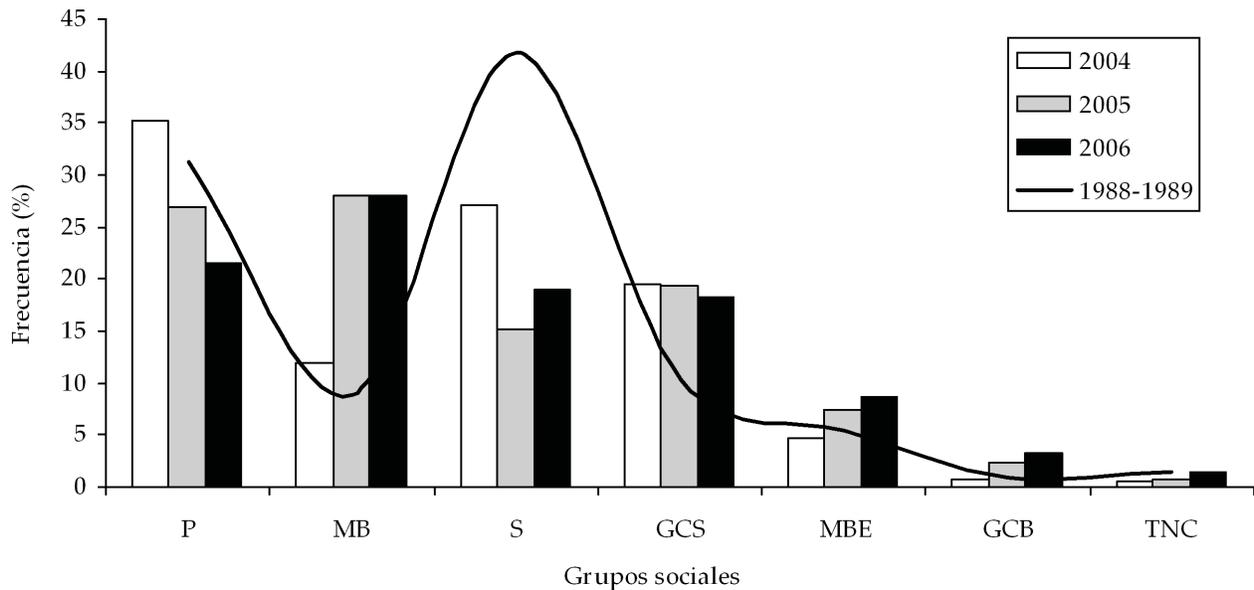


Figura 16. Frecuencia relativa de los grupos sociales por año. La línea corresponde con los resultados de Mattila *et al.* (1994). GCB. Grupo con ballenato, MB. Madre con ballenato, MBE: Madre, ballenato y escolta, P. Parejas, S. Solitario, GCS Grupo competitivo sin ballenato, TNC. Trío no competitivo.

reproductiva según Spitz *et al.*, 2002) y madres con ballenatos, confirman el valor de la Bahía de Samaná como espacio de apareamiento y cría en el Caribe y el Atlántico, señalado tempranamente por Mattila *et al.* (1994).

Distribución espacial por grupos sociales

Debido a la procedencia de nuestros datos, resulta difícil establecer regularidades en la distribución de los avistamientos por grupos sociales, por lo que en el presente apartado trataremos de describir algunas tendencias a partir de los mapas de distribución de cada tipo de grupo, considerando aquellos donde está presente (Fig. 17) o ausente (Fig. 18) un ballenato.

Una primera tendencia general, es que aquellos grupos con presencia de ballenato (madre con ballenato, madre con ballenato y escolta y grupo con ballenato) tuvieron su mayor número de avistamientos siempre en el interior de la bahía, por debajo de los 100 m de profundidad.

En el caso de las madres con ballenatos y los grupos con ballenato, menos del 5% de los avistamientos se realizaron en aguas oceánicas, mientras que las madres con ballenato y un escolta, solamente se observaron dentro de la bahía.

Se reconoce que en el grupo de madre, ballenato y escolta, este último es invariablemente un macho que se asocia a una hembra lactante con la intención de poder aparearse, si la hembra llegara a estar disponible reproductivamente (Clapham, 1996). De acuerdo a los datos para las tres temporadas analizadas, esta relación parece solo establecerse dentro del área reproductiva y no se observa en el área de tránsito fuera de la bahía. León (2003)

tampoco detectó este grupo fuera de la bahía. Una segunda tendencia es que los avistamientos de las madres y ballenatos tienden a ocupar posiciones más internas dentro de la bahía en comparación con otros grupos sociales, tanto con ballenatos como sin ellos. Como generalidad, la mayor cantidad de avistamientos al Oeste de Cayo Levantado fueron de madres con ballenatos, si bien esta tendencia mostró variaciones en los diferentes años.

Si comparamos con los grupos sin ballenato vemos que generalmente éstos fueron avistados más hacia el oriente del área de observación, incluso con mayor cantidad de avistamientos en la región oceánica, llegando hasta la altura de Cabo Cabrón.

Relación de los grupos sociales con la profundidad

Si consideramos ahora el papel de la profundidad en la distribución de estos grupos podemos señalar, como tercera tendencia, que de todas las observaciones realizadas en áreas someras (intervalo de menores de 10 m y entre 10 y 20 m) las madres y ballenatos tuvieron los mayores porcentajes en las menores profundidades, con 40% en profundidades menores de 10 m y de 25%, entre 10 y 20 m (Fig. 19). El resto de los grupos sociales presentó siempre distribuciones espaciales relativamente homogéneas en todo el intervalo de profundidades del área de observación, desde las áreas someras hasta las más profundas.

Los avistamientos de madres y ballenatos en las áreas más someras (hasta 10 m de profundidad) tuvieron lugar al Este de Cayo Levantado, el borde de la Península de Samaná y hacia los bajos arrecifales hasta las cercanías de los Cayos Bocaina y Culebra, al Sur de la Bahía de Samaná.

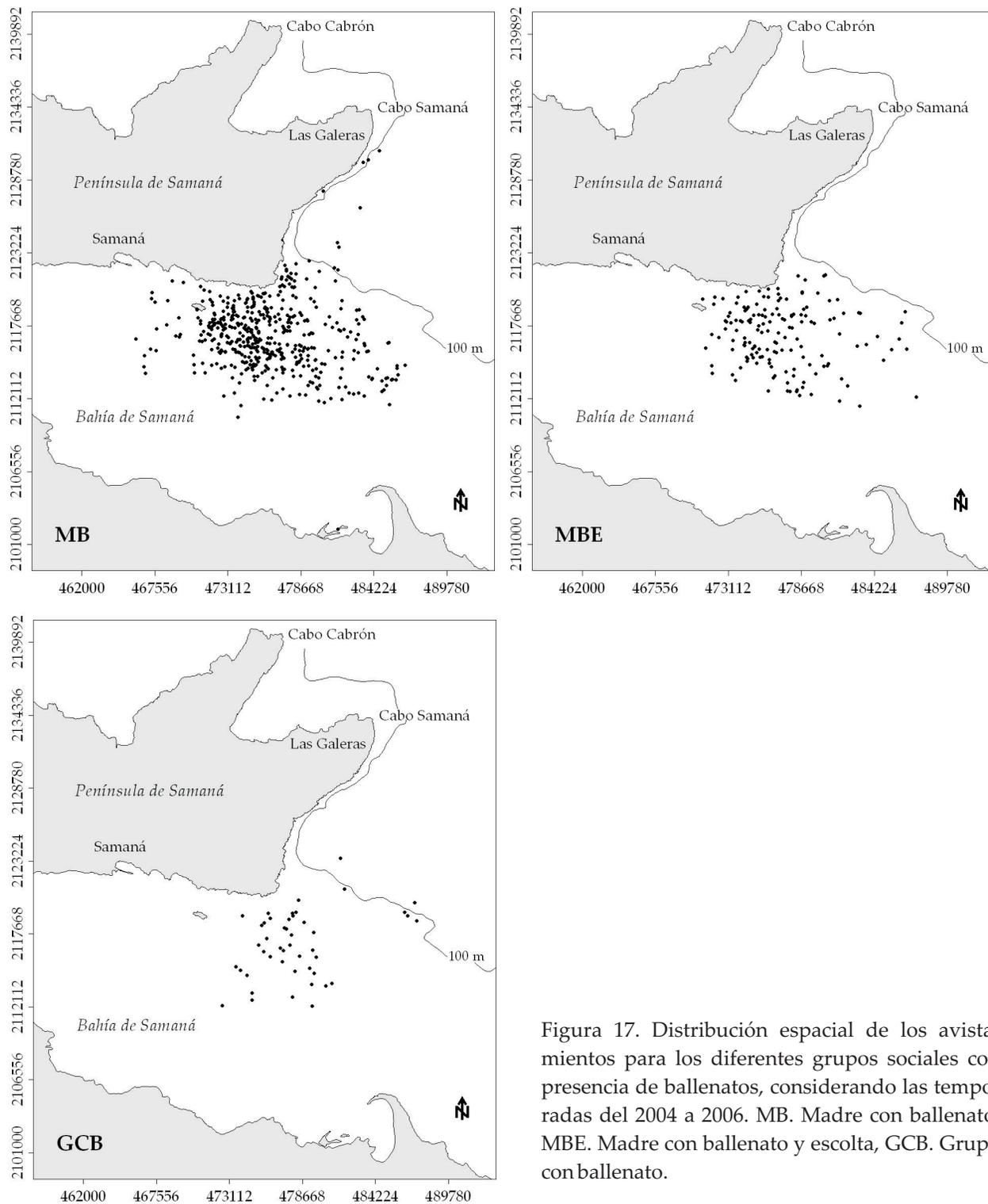


Figura 17. Distribución espacial de los avistamientos para los diferentes grupos sociales con presencia de ballenatos, considerando las temporadas del 2004 a 2006. MB. Madre con ballenato, MBE. Madre con ballenato y escolta, GCB. Grupo con ballenato.

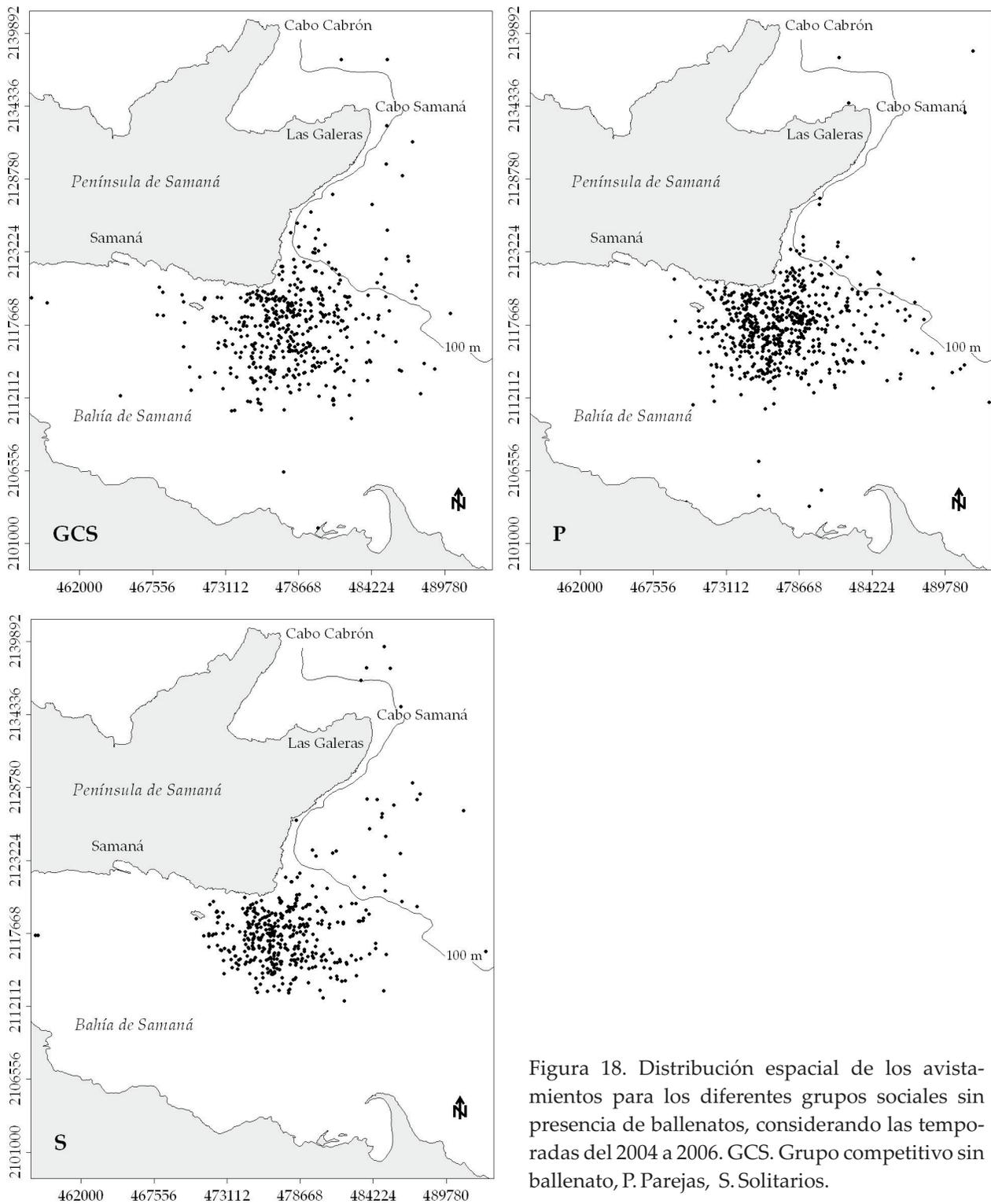


Figura 18. Distribución espacial de los avistamientos para los diferentes grupos sociales sin presencia de ballenatos, considerando las temporadas del 2004 a 2006. GCS. Grupo competitivo sin ballenato, P. Parejas, S. Solitarios.

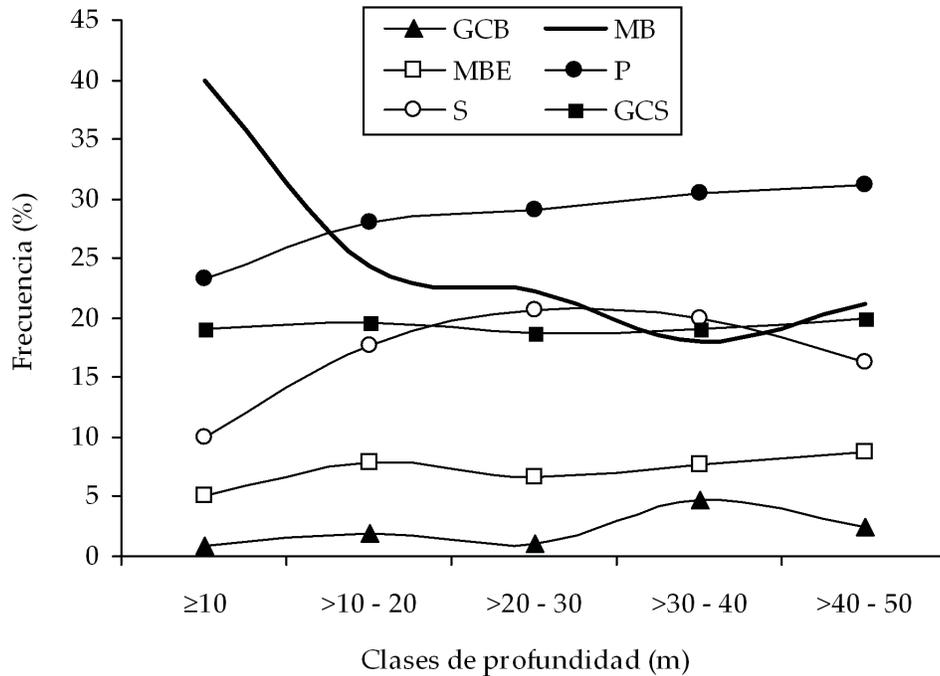


Figura 19. Variación porcentual de los diferentes grupos sociales por clases de profundidad. GCB. Grupo con ballenato, MB. Madre con ballenato, MBE: Madre, ballenato y escolta, P. Parejas, S. Solitario, GCS Grupo competitivo sin ballenato. Las clases de profundidad por encima de > 50 m se han excluido por su bajo tamaño de muestra.

Según Ersts y Rosenbaum (2003), la distribución con la profundidad es función de la organización social, con las parejas de madres y ballenatos mostrando una fuerte preferencia por aguas someras en comparación con otros tipos de grupos de ballenas jorobadas.

Se plantea que probablemente la pareja de madre y ballenato busque estas regiones resguardadas y más someras para protegerse de las condiciones adversas del mar, del hostigamiento de los machos agresivos competidores o de eventuales depredadores (Smultea, 1994)

Abundancia relativa

Estimados quincenales desde los barcos

El análisis de la abundancia relativa a partir de la información de los barcos, organizada por quincenas y expresada en número de avistamientos/salida y ballenas/salida (Tabla 5) muestra ciertas regularidades. En el año 2004, el número de avistamientos/salida tuvo menores valores en la primera quincena de enero (1.88 avistamientos/salida) que se incrementan rápidamente con un máximo en la primera quincena de febrero, con 4.15 avistamientos/salida, para mantener después una tendencia decreciente hasta valores de 2.32, al final de la temporada (Fig. 20).

En el año 2005, la temporada se inició con valores mucho más bajos (1.17 avistamientos/salida) en comparación con el 2004, manteniéndose así aún en la primera quincena de febrero. Hacia la segunda quincena los valores ascienden ligeramente con un máximo de 2.58 avistamientos/salida, para después descender, si bien los valores de fin de temporada (1.75) se mantienen por encima de los del inicio.

Como puede observarse, existen diferencias entre los valores de abundancia en avistamientos/salida entre los dos años, incluso con un desplazamiento en el pico de abundancia. Las diferencias entre años son notables también cuando se analiza la frecuencia de avistamientos y sus máximos. En el 2004 las salidas

con 1 y 2 avistamientos constituyeron solo un 47% y más frecuentemente las embarcaciones tuvieron entre 3 y 4 avistamientos en una sola salida, con una moda de 3 y un máximo de 10. Durante el 2005 casi el 80% de las salidas tuvieron entre 1 y 2 avistamientos, una moda de 1 y un máximo de 6.

Una tendencia similar se observó en el número de ballenas/salida, que en el 2004 comenzó la primera quincena de enero con valores de 4.42 ballenas/salida y se incrementó hacia la primera quincena de febrero, donde alcanzó un máximo de 8.81 ballenas/salida. Posteriormente, los valores disminuyen en la segunda quincena de febrero (6.44), aumentan ligeramente a principios de marzo (7.11) y caen al final de la temporada, aunque mantienen valores superiores a los del inicio (5.05 ballenas/salida). Las fluctuaciones en marzo son debidas al menor número de salidas en la primera quincena.

En el año 2005, la temporada se inició con valores más bajos (2.44 ballenas/salida) en comparación con el año 2004. Éstos se mantienen bajos aún en la primera quincena de febrero (2.90) y ascienden ligeramente hacia la segunda quincena de dicho mes, con un máximo de 6.00 ballenas/salida para después descender gradualmente, aunque los valores de final de temporada, con 4.00 ballenas/salida, se mantienen por encima de los del inicio.

Tabla 5. Número de salidas, avistamientos y ballenas e indicadores de la abundancia relativa por quincena y por años, a partir de los datos de los barcos. E. Enero, F. Febrero, M. Marzo, Q. Quincena.

Parámetros e indicadores	Año	E(Q2)	F(Q1)	F(Q2)	M(Q1)	M(Q2)	Total
Salidas	2004	26	26	32	18	19	121
	2005	18	31	26	46	20	141
Avistamientos	2004	49	108	102	51	44	354
	2005	21	44	67	94	35	261
Número de ballenas	2004	115	229	206	128	96	774
	2005	44	90	156	235	80	605
Avistamientos/salida	2004	1.88	4.15	3.19	2.83	2.32	2.93
	2005	1.17	1.42	2.58	2.04	1.75	1.85
Número de ballenas/salida	2004	4.42	8.81	6.44	7.11	5.05	6.40
	2005	2.44	2.90	6.00	5.11	4.00	4.29

Las variaciones estacionales de la abundancia de las ballenas, relacionadas con sus movimientos de llegada y partida de las áreas reproductivas así como con sus desplazamientos entre diferentes áreas, se reportan para todas las áreas de reproducción. Mattila y Clapham (1989) reportan un pico estacional de la abundancia (ballenas/hora) en 1985 y 1986 en el Banco Virgen durante la segunda mitad de febrero y en el Paso de la Mona a finales de febrero. Analizando las variaciones del número de ballenas/salida al Oeste de Puerto Rico, Sanders *et al.* (2005) encuentran un pico en marzo. Para la Bahía de Samaná, Mattila *et al.* (1998) reportan que la abundancia generalmente tiene un máximo en febrero, lo cual coincide con nuestros resultados.

Además de las diferencias entre meses, nuestros datos revelan también las diferencias interanuales, señaladas por Mattila *et al.* (1998). Al comparar las dos temporadas estudiadas, todas bajo un intenso esfuerzo en la toma de datos y con condiciones del tiempo favorables para la observación, se encontró que el año 2004 tuvo definitivamente el mayor número de avistamientos y ballenas /salida. Asimismo, ocurrió un desplazamiento

de los picos de abundancia, de la primera quincena de febrero en el 2004 a la segunda quincena en el 2005. Sanders *et al.* (2005) también encontraron diferencias interanuales, con la mayor abundancia en 1996, mientras que en las temporadas 1995 y 1997 obtuvieron valores menores y relativamente homogéneos.

Estimados diarios desde el Victoria II

Al considerar solo los datos diarios del 2004 y 2005 de la embarcación Victoria II, estandarizados por hora, la abundancia relativa (en número de avistamientos/ hora y ballenas/ hora) tuvo una relación parabólica con el tiempo de temporada, con una gran variación de los valores diarios, tendencia similar a la de los datos de Mattila *et al.* (1994) (Fig. 21).

Los valores de avistamientos/hora del Victoria II en el 2004 se mantienen en su mayor parte por encima de los del 2005, aunque existe solapamiento de los valores, sobre todo al inicio y final de temporada. En el 2004 el número de avistamientos/hora tuvo un promedio de 0.85 con máximo y mínimo, respectivo, de 1.70 y 0.20, mientras que en el 2005, el promedio fue 0.66, con un máximo de 1.45 y

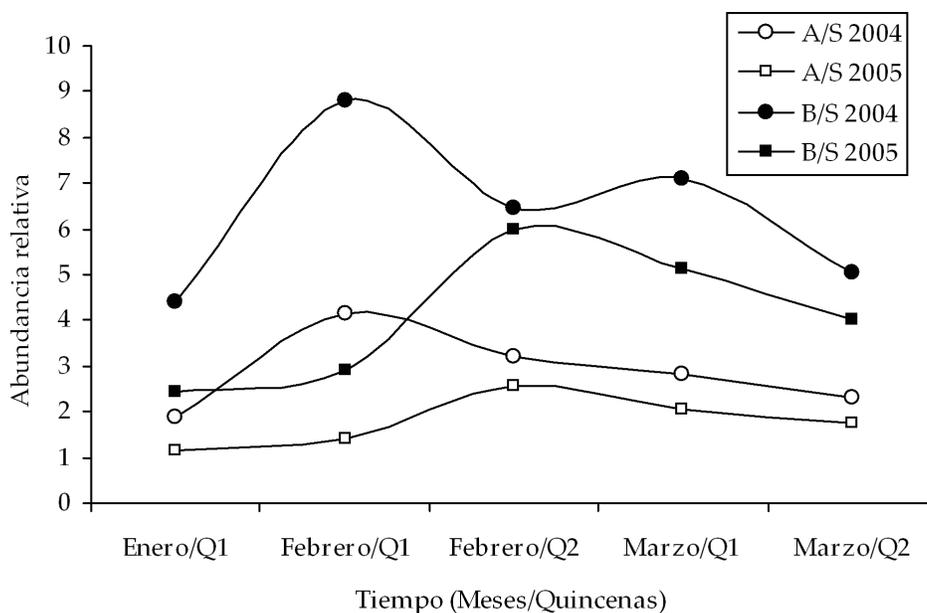


Figura 20. Variación quincenal de la abundancia relativa, expresada en número de avistamientos por salida (A/S) y número de ballenas por salida (B/S), a partir de la información de los barcos.

un mínimo de 0.19. El test U de Mann-Whitney ($z= 2.75$, $p < 0.01$) arroja diferencias significativas entre ambos años, que difieren incluso en el pico de la temporada que se ubica a mediados de febrero en el 2004 y se desplaza a principios de marzo en el 2005. Este mismo comportamiento se observa para el número de ballenas/hora, que varió entre 0.20 y 4.89 con un promedio de 2.06 en el 2004 y entre 0.24 y 4.40 con un promedio de 1.53, en el 2005. Nuevamente al comparar los valores de ambos años, según el test U de Mann-Whitney ($z= 3.02$, $p < 0.01$), se encontraron diferencias significativas.

Quiere esto decir que, tanto el número de avistamientos/ hora como de ballenas/ hora son indicadores válidos para revelar las diferencias interanuales en la abundancia relativa. Sin embargo, dentro del esquema de observación de ballenas, el primero parece resultar más realista pues generalmente para los operadores de turismo el simple avistamiento cumple ya las expectativas de la observación, mientras que el número de

ballenas puede ser secundario. Por otra parte, el número de ballenas avistadas está influido por el tipo de grupo social de que se trate. Así, la aparición de un grupo activo numeroso puede elevar notablemente dicho indicador, mientras que el avistamiento de una ballena solitaria puede reducirlo. De hecho, la varianza de los datos de número de ballenas/hora, con 1.30 y 0.97 para el 2004 y el 2005, respectivamente, fue siempre mayor que la del número de avistamientos/ hora con 0.16 y 0.13 para el 2004 y el 2005, respectivamente.

En general, las variaciones discutidas son un reflejo de cambios estacionales e interanuales de la abundancia, éstos últimos con diferencias estadísticamente avaladas. La tendencia de los datos demuestra que es posible diferenciar entre épocas de “muchas” y “pocas” ballenas, como fueron calificados de manera cualitativa los años 2004 y 2005, respectivamente, por los capitanes experimentados en la observación. Mattila *et al.* (1994) en una investigación diseñada para evaluar la abundancia de las ballenas en la bahía plantean que ésta es

variable, generalmente con un pico en febrero aunque existe considerable variación dentro de las estaciones y entre años. El análisis de la abundancia relativa a partir de la información quincenal de los barcos y diaria del Victoria II coincide con estos planteamientos y pone de manifiesto que a pesar de los sesgos inheren-

tes a los datos, la estimación de la abundancia relativa con indicadores generales puede ser útil para reflejar variaciones estacionales e interanuales y con los adecuados refinamientos metodológicos, puede constituir una vía de dar seguimiento a la situación de las ballenas jorobadas en el área de observación.

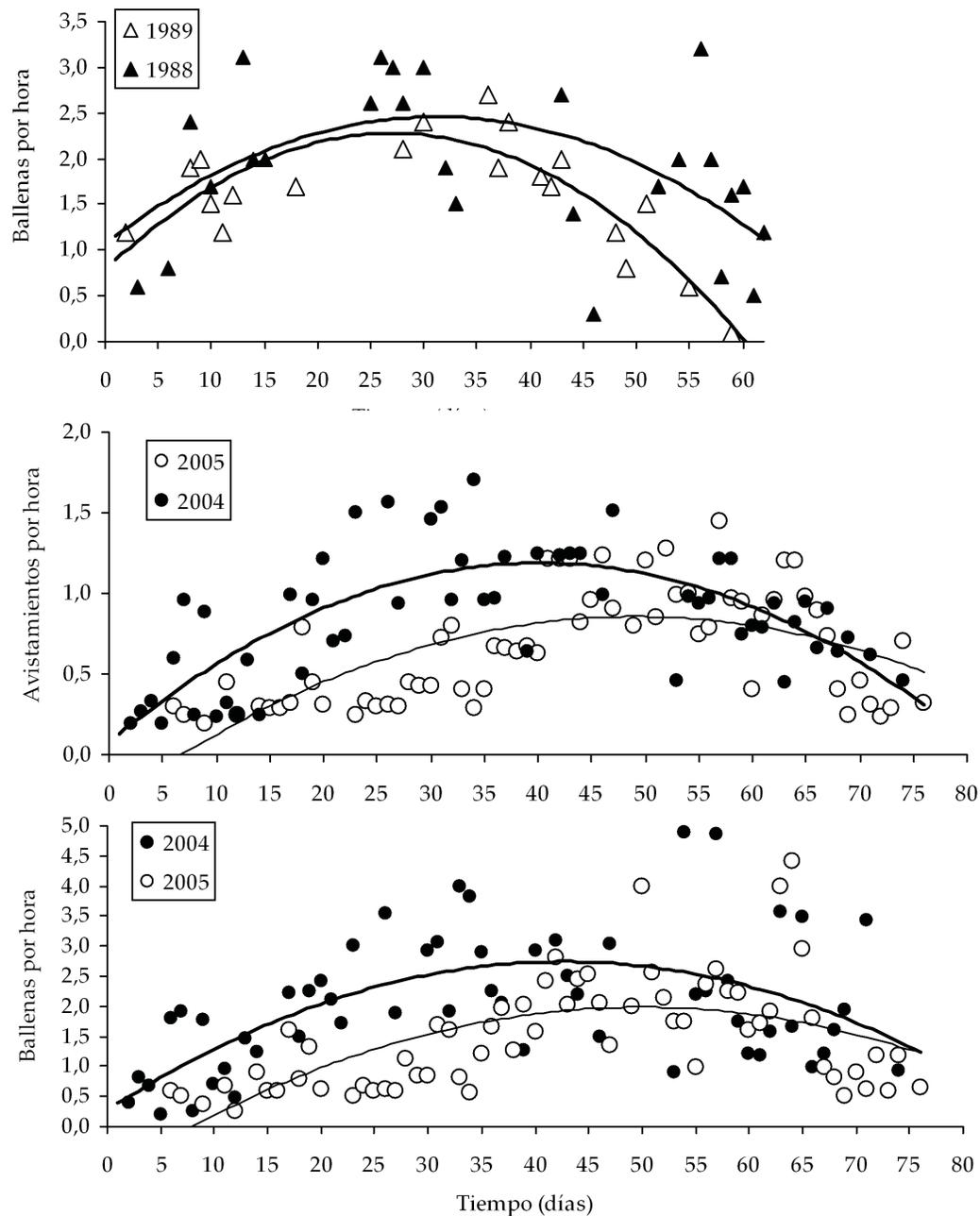


Figura 21. Variación de la abundancia relativa durante las temporadas 2004 y 2005 según datos obtenidos en el Victoria II. Para comparar la tendencia estacional se muestran en el gráfico superior los puntos de ballenas avistadas/hora de Mattila *et al.* (1994). En cada caso se indican los puntos y la línea de tendencia de variación.

Fotoidentificación

Como parte del interés de este trabajo de ofrecer información clave sobre las ballenas jorobadas de la Bahía de Samaná, hemos decidido finalizar con un breve capítulo dedicado a la fotoidentificación.

Se trata de resultados muy preliminares, pero no por ello menos importantes, pues constituyen una base para la creación de un catálogo de referencia de valor regional. Seguidamente, se describe la información de las ballenas fotoidentificadas y reavistadas durante el período 2004 a 2006 (Tabla 6).

Alas.- Esta ballena adulta fue nombrada así por la forma simétrica de las manchas oscuras que parten del pedúnculo caudal y se extienden a manera de alas hacia las puntas de ambos lóbulos. Fue observada sola en febrero de 2005 y reavistada en marzo de este mismo año con una pareja no fotoidentificada. Tuvo una ocurrencia de dos días y una ocupación de 30 días, cerca del Banco Canadaiqua.

Ele.- Este juvenil fue nombrado por una marca distintiva en forma de L inversa en el lóbulo izquierdo de su cola. Fue observado en enero de 2005, siempre en compañía del mismo adulto, identificado por su aleta dorsal, presumiblemente su madre, moviéndose en diferentes direcciones sobre el espacio de 10 a 20 m de profundidad. Tanto su ocurrencia como su ocupación fueron de tres días.

Tinta, Ojos y Garza.- En febrero de 2005 fue fotoidentificada una pareja: Tinta y Ojos. La primera tiene unas manchas negras características que parecen como tinta escurrida en el lóbulo izquierdo y la segunda posee dos manchas negras redondas simétricas en ambos lóbulos de la cola. Esta pareja tuvo una ocurrencia de dos días y una ocupación de un día. Ambas se desplazaban hacia el Noreste. En febrero del 2006 Tinta fue reavistada, esta vez con otra pareja nombrada Garza, por una mancha con la forma de esta ave en la parte inferior del lóbulo izquierdo. Tanto su ocurrencia como su ocupación fueron de un día.

Tridente II.- En marzo de 2004 se observó una ballena con una deformidad en la parte anterior de la aleta dorsal, distinguible a manera de dos abultamientos aguzados, razón por la cual fue bautizada con el nombre de Tridente II. Se vio siempre en grupos competitivos, exhibiendo la conducta de un macho. Tuvo una ocurrencia de tres días y una ocupación de 14 días. Fue reavistado dos años después, en marzo del 2006, formando parte de un trío que nadaba en dirección Norte. En este año tuvo una ocurrencia y una ocupación de un día.

Los valores de ocurrencia entre 2 y 3 días y de ocupación entre 3 y 30 días están en el orden de los reportados por Mattila *et al.* (1994) de 2 a 5 días y 1 a 33 días, respectivamente, para la Bahía de Samaná.

En el catálogo de ballenas jorobadas de la Bahía de Samaná del Centro para la Conservación y Ecodesarrollo de la Bahía de Samaná y su Entorno (CEBSE) existen varios casos de ballenas cuyas colas fueron fotografiadas pero no han sido aún reavistadas. A continuación presentamos algunos de los casos más conocidos.

Del 2004 tenemos a *Reina*, llamada así por el color blanco y la simetría de su cola con un borde negro fino que le da un aspecto majestoso; *Peine* por los trazos a manera de las púas de un peine en la parte superior de ambos lóbulos y *Espada* por una figura negra en forma de espada en el lóbulo izquierdo.

Del 2005 se encuentra *Tales*, con la cola blanca donde se destaca un pequeño dibujo de líneas negras paralelas y transversales en la parte superior del lóbulo derecho; *Índice* por una figura en el lóbulo derecho que semeja una mano con el índice levantado; *Dos* por una figura en forma de dos inclinado en el lóbulo izquierdo; *Crin* por una sombra negra que

entre ambos lóbulos que semeja los pelos de la crin de un caballo; *Mariposa* por los dibujos irregulares que parecen las alas de este insecto y *Avestruz* cuyo sombreado oscuro al centro del pedúnculo caudal semeja un ave que nos mira con el pico al frente.

Del año 2006 tenemos a *Ancla*, así nombrada por la sombra al centro del pedúnculo caudal que semeja la caña y los ganchos de un ancla; y *Corazón*, que en la escotadura y el borde de los lóbulos tiene una sombra acorazonada.

Un caso interesante que fue fotoidentificado por su aleta dorsal es el de una ballena nombrada *Cuchillo*, observada en marzo de 2005, en un grupo activo. Esta ballena presenta un apéndice afilado en la parte anterior de la aleta dorsal, distinguible a manera de una hoja de cuchillo. Al igual que vimos para *Tridente II*, este tipo de ballenas con particularidades anatómicas distinguibles son importantes pues se convierten en marcadores naturales para seguir las tendencias de la población en tiempo y espacio (Forestell y Kaufman, 1993).

Tabla 6. Datos de las observaciones de las ballenas jorobadas fotoidentificadas y reavistadas en la Bahía de Samaná entre el 2004 al 2006.

Embarcación	Nombre	Fecha	Hora		Coordenada inicial		Coordenada final	
			Inicial	Final	UTM E	UTM N	UTM E	UTM N
Victoria II	Alas	17/02/05	14:55	15:00	476780	2119188	476780	2119188
Victoria II	Alas	17/03/05	16:30	16:40	475288	2117376	475288	2117376
Tramontana	Ele	16/01/05	10:57	11:34	474540	2114891	476511	2115499
Tramontana	Ele	16/01/05	16:03	16:29	477942	2115827	478706	2116226
Stachs	Ele	17/01/05	12:01	12:33	475587	2117009	475143	2116754
Bravo One	Ele	18/01/05	11:27	12:01	487992	2113200	488445	2112188
Tramontana	Tinta/Ojos	16/02/05	10:06	10:34	474111	2114510	474230	2112350
Tramontana	Tinta/Ojos	16/02/05	13:25	13:53	480807	2120521	481691	2120482
Victoria II	Tinta/Pelícano	02/02/06	09:56	09:58	472166	2119603	472093	2119735
Victoria II	Tridente II	09/03/04	09:30	11:00	479697	2115649	479994	2120290
Stachs	Tridente II	16/03/04	10:10	10:20	474207	2117285	475114	2118206
Victoria II	Tridente II	23/03/04	10:46	10:50	480461	2119644	480173	2123302
Skilldoc	Tridente II	06/03/06	09:34	10:12	476607	2114075	478984	2116971



Alas (2005)



Ele (2005)



Tinta (2005)



Ojos/ Pareja de Tinta (2005)



Garza/ Pareja de Tinta (2006)



Reina (2004)



Tridente (2004)



Cuchillo (2005)



Peine (2004)



Corazón (2005)



Espada (2004)



Mariposa (2005)



Ancla (2006)



Crín (2005)



Índice (2005)



Tales (2005)



Avestruz (2005)



Dos (2005)

Referencias

- Allen, J., P. J. Clapham, P. Hammond, S. Katona, F. Larsen, J. Lien, D. Mattila, N. Oien, P. Palsbol, J. Sigurjonsson y T. Smith. 1993. Years of the North Atlantic Humpback (YONAH): Progress Report. Rep. Int. Whaling Commission, SC45NA6.
- Baird, R. W., A. D. Ligon y S. K. Hooker 2000. Sub-surface and night-time behavior of Humpback whales off Maui, Hawaii: a preliminary report. Report from the Hawaiian Islands Humpback, Whale National Marine Sanctuary, Kihei, HI, to the Hawaii Wildlife Fund, Paia, HI, 19 pp.
- Balcomb, K. C. y G. Nichols. 1982. Humpback whale censuses in the West Indies. Rep. International Whaling Commission 32: 401-406.
- Baraff, L. S., P. J. Clapham, D. K. Mattila y R. S. Bowman 1991. Feeding Behavior of a Humpback Whale in Low-Latitude Waters. *Marine Mammal Science*, 9: 213.
- Betancourt, L. 2004. Informe final de actividades de capacitación y monitoreo de la Temporada de Ballenas Jorobadas 2004. Proyecto Fomentando el Turismo Sostenible en la región de Samaná, Fase I. Centro para la Conservación y Ecodesarrollo de la Bahía de Samaná y su Entorno, CEBSE, 55 pp.
- Betancourt, L. 2005. Informe final de capacitación y monitoreo, Temporada de Ballenas Jorobadas 2005. Proyecto Fomentando el Turismo Sostenible en la región de Samaná, Fase II. CEBSE, 59 pp.
- Betancourt, L. 2006. Informe final de capacitación y monitoreo, Temporada de Ballenas Jorobadas 2006. Proyecto Fomentando el Turismo Sostenible en la Región de Samaná, Fase III. CEBSE, 67 pp.
- Betancourt, L. y A. Herrera-Moreno 2006. Las ballenas jorobadas: nuestros más distinguidos visitantes. En: Riquezas Ecológicas de la región de Samaná, Editora Programa EcoMar, Impresora Punto Mágico, Santo Domingo, 28 pp.
- Bonnely de Calventi, I. 2005. El Santuario de Mamíferos de la República Dominicana: Una garantía de Conservación para las Ballenas Jorobadas en el Caribe. Taller Regional de Expertos para el Desarrollo del Plan de Acción para los Mamíferos Marinos en la Región del Gran Caribe, PNUD, Bridgetown, Barbados, 18-21 de julio de 2005, 5 pp.
- Clapham P. J., P. J. Palsbøll, D. K. Mattila y O. Vasquez 1992. Composition and dynamics of humpback whale competitive groups in the West Indies. *Behaviour* 122 (3-4): 182-194.
- Clapham, P. J., D. K. Mattila y P. J. Palsbol 1993. High-latitude-area composition of humpback whale competitive groups in Samana Bay: further evidence for panmixis in the North Atlantic population. *Can. J. Zool.*, 71: 1065-1066.
- Clapham, P. J. 1996. The social and reproductive biology of humpback whales: an ecological perspective. *Mammal Review* 26: 27-49.
- Ersts P. J. y H. C. Rosenbaum 2003. Habitat preference reflects social organization of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on a wintering ground. *Can. J. Zool.*, 260: 337-345.
- Forestell, P. H. y G. D. Kaufman 1993. Resource managers and field researches: allies or adversaries? Workshop Series No. 20. Great Barrier Reef Marine Park Authority, 17-26 pp.

- Herrera-Moreno, A. 2005. Historical synthesis of biophysical information of Samana region. Coastal Resources Center, Universidad de Rhode Island, Narragansett, RI USA, 48 pp.
- Hoyt, E. 1999. The Potential of Whale Watching in the Caribbean: 1999+. Whale and Dolphin Conservation Society, Bath, UK, pp. 1-80.
- Kramer, P. 2005. Samana Bay Rapid Ecological Assessment. Presented at: The USAID Watersheds Planning Meeting (May 19-20). Washington, DC: The Nature Conservancy.
- León, Y. L. 2003. Caracterización e impactos de la observación de ballenas jorobadas en la Bahía de Samaná. Informe de las Temporadas 1999 a 2003. CEBSE, Inc., Santo Domingo, República Dominicana, 50 pp.
- Mattila, D. K., P. J. Clapham, O. Vásquez y R. S. Bowman 1994. Occurrence, population composition, and habitat use of humpback whales in Samana Bay, Dominican Republic. *Can. J. Zool.*, 72: 1898-1907.
- Mattila, D. K., P. J. Clapham, S. K. Katona y G. S. Stone 1989. Population composition of humpback whales on Silver Bank. *Can. J. Zool.*, 67: 281-285.
- Mattila, D. K., and P. J. Clapham. 1989. Humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, and other cetaceans on Virgin Bank and in the northern Leeward Islands, 1985 and 1986. *Can. J. Zool.* 67:2201-2211.
- Sanders I. M., J. C. Barrios-Santiago y R. S. Appeldoorn 2005. Distribution and Relative Abundance of Humpback Whales off Western Puerto Rico during 1995-1997. *Caribbean Journal of Science*, 41 (1): 101-107.
- Sang, L. 2000. Monitoreo de ballenas jorobadas en la Bahía de Samaná: Temporada 1999. Informe al Fondo Mundial para la Vida Silvestre, Proyecto Desarrollo Sostenible de la observación de Ballenas de Samaná, CEBSE 50 pp.
- SEA 2005. Sea Education Association, Cruise Report C-197. Scientific activities undertaken aboard the SSV *Corwith Cramer* Key West, FL- Puerto Plata, Dominican Republic-Port Antonio, Jamaica-Key West, FL, 9 February-19 March 2005, 16 pp.
- SEA 2006. Sea Education Association, Cruise report C-208. Data collected aboard SSV *Corwith Cramer* Dec. 2006. Sea Education Association, Woods Hole, MA, U.S.A.
- Smultea, M. A. 1994. Segregation by humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) cows with a calf in coastal habitat new the island of Hawaii. *Can. J. Zool.*, 72: 805-811.
- Spitz, S. S., L. M. Herman, A. A. Pack y M. H. Deakos 2002. The relation of body size of male humpback whales to their social roles on the Hawaiian winter grounds, *Can. J. Zool.* 80(11): 1938-1947.
- Swartz S. L., T. Cole, M. A. McDonald, J. A. Hildebrand, E. M. Oleson, A. Martinez, P. J. Clapham, J. Barlow y M. L. Jones 2003. Acoustic and Visual Survey of Humpback Whale (*Megaptera novaeangliae*) distribution in the Eastern and Southeastern Caribbean Sea. *Caribbean J. Sci.*, 39 (2): 195-208.
- Swartz, S. L., A. Martinez, J. Stamates, C. Burks y A. A. Mignucci-Giannoni 2002. Acoustic and Visual Survey of Cetaceans in the Waters of Puerto Rico and the Virgin Islands: Feb-Mar 2001, NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-463, 72 pp.
- Whaley A. R., A. J. Wright, I. Bonnelly y E. C. M. Parsons 2006. Humpback whale sightings in Southern waters of the Dominican Republic lead to proactive conservation measures [http://www.iwcoffice.co.uk_documentssci_com SC58docsSC-58-WW2.pdf](http://www.iwcoffice.co.uk_documentssci_com_SC58docsSC-58-WW2.pdf).
- Whitehead, H. y M. Moore 1982. Distribution and movements of West Indian humpback whales in winter. *Can. J. Zool.*, 60, 2203-2211.
- Winn, H. E., R. K. Edel y A. G. Taruski 1975. Population estimate of the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in the West Indies by visual and acoustic techniques. *J. Fish. Res. Bd Canada.*, 32: 499-506.



Acerca de la autora. Liliana Betancourt Fernández es Bióloga Marina, Doctorada de las Universidades de La Coruña en España y Portsmouth en Inglaterra, actualmente Investigadora y Profesora del Programa EcoMar, Inc. en la República Dominicana. Ha publicado numerosos trabajos especializados, materiales educativos y libros en los temas de biodiversidad marina y en los últimos años ha incursionado en el estudio de las ballenas jorobadas. En la presente obra la autora expone los resultados científicos de tres años de trabajo activo, coordinando el monitoreo de las ballenas jorobadas en la Bahía de Samaná

implementado por el CEBSE, Inc. y un año de trabajo en el Proyecto PNUD/FMAM/PPS-EcoMar: *Creando las bases de un turismo sostenible en la observación de las ballenas jorobadas en la Comunidad de Carenero*, tiempo en el cual trabajó además estrechamente con la comunidad en acciones de educación ambiental y formación de estudiantes como monitores. Esta obra nos ofrece un interesante análisis de aspectos poblacionales de las ballenas jorobadas en una de las áreas reproductivas más importantes del Caribe y el Atlántico: la Bahía de Samaná, lo cual viene a llenar un importante vacío de información científica sobre esta especie protegida que constituye uno de los recursos biológicos más sobresalientes de la República Dominicana.

*“Desde el espacio el planeta es azul.
Desde el espacio el planeta es el territorio,
no de los hombres, sino de las ballenas.”*

William Haethcote



Programa de
Pequeños Subsidios

Programa
EcoMar

