

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

**COMPORTAMIENTO DEL DELFÍN MANCHADO *STENELLA*
ATTENUATA (CETACEA: DELPHINIDAE) EN AUSENCIA Y EN
PRESENCIA DE BOTES TURÍSTICOS: EVALUACIÓN BIOLÓGICA
Y SOCIO-ECONÓMICA EN BAHÍA DRAKE E ISLA DEL CAÑO**

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa Regional de Estudios de
Posgrado en Biología para optar al grado de Magíster Scientae en Biología

ANDREA MONTERO CORDERO

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2007

DEDICATORIA

A quienes nunca me desmotivaron y confiaron en mi capacidad para lograr esto.

“La alegría de la abeja y el delfín es la de existir. La del hombre es el saber esto y pensar en ello” Jacques-Yves Cousteau

AGRADECIMIENTOS

Por la revisión y valiosos aportes técnicos en este trabajo, agradezco a Álvaro Morales, José Manuel Mora, Jorge Lobo, Jeffrey Sibaja y especialmente a Laura May-Collado por haber sido parte de mi motivación, por sus consejos y por dejarme aprender de su experiencia profesional. Gracias a mis papás y a mis hermanos por su apoyo de principio a fin, y a Vichi por compartir mi pasión por la naturaleza. A Harold Alfaro y Paola Montero (Cosecha Dorada) por su comprensión y por darme flexibilidad en horas de trabajo para la conclusión de esta tesis. A Washan por su paciencia y confianza. Gracias por tu apoyo técnico y emocional. Este logro es nuestro, te amo. A quienes desinteresadamente proporcionaron conocimiento y literatura importante para enriquecer este trabajo: José Camilo Fagua, Marco A. Rodríguez (UQTR), John Calambokidis y Gretchen Steiger (Cascadia Research Collective), Maria Isabel Gonzáles (Escuela de Estadística, UCR), Zoe Meletis (Duke Marine Lab), Marco Castro (The Nature Conservancy), al *National Academies Press* y Damián Martínez-Fernandez (Fundación Keto) por su ayuda con la elaboración de los mapas. A Alex (Chancha), Manuel Caravaca, Priscilla Zamora, Gringo (Emily Tours), Pedro (taxi), doña Marta y don Rafa (Cabinas Jademar), Sabine y Charlie (Internet Corcovado Expeditions) por haber colaborado en el planeamiento y ejecución del proyecto. A Jorge (Cumbia), Keylor, don Toño, Marvin (Campaña), Quincho, Greivin y Douglas por haber sido excelentes capitanes y dejarme aprender de ustedes. A quienes proporcionaron su asistencia en el campo: Mónica Gamboa, Sandra Cano, Alonso, David Palacios, Pablo Mora, Rubén Venegas, Jorgito Rojas, Ana Lu Montero, Mauricio Solís, Gaby Hernández, Viviana Arguedas, Orlando Rivera, Pablo Solis y Alejandro. Al personal de ACOSA-MINAE: Rodolfo Acuña, Christian, Pedro Aleman y Wendy Barrantes. A toda la comunidad de Agujitas y alrededores, por hacerme sentir como en casa cuando llegaba. A las instituciones que confiaron en este proyecto y lo financiaron: Ministerio de Ciencia y Tecnología (MICIT-CONICIT), Fundación Keto, Rufford Foundation, Society of Marine Mammals. Al Centro de Investigaciones del Mar y Limnología –CIMAR- y Cascadia Research Collective por prestar parte del equipo utilizado. A Dios por haberme hecho fuerte en todo este proceso.

Esta Tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Biología de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado de Magister Scientae en Biología

Rosendo Pujol Mesalles, Ph.D.

Representante del Decano
Sistema de Estudios de Posgrado

Alvaro Morales Ramírez, Ph.D.

Director de Tesis

Laura May Collado, M.Sc.

Asesora

José Manuel Mora Benavides, Ph.D.

Asesor

Daniel Briceño Lobo, M.Sc.

Representante del Director
Programa de Posgrado en Biología

Andrea Montero Cordero

Candidata

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
HOJA DE APROBACIÓN	iv
ÍNDICE GENERAL	v
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMEN GENERAL	xi
FORMATO	xvii

Capítulo I

Patrones de comportamiento del delfín manchado, *Stenella attenuata graffmani* en Bahía Drake e Isla del Caño durante la época seca.

Resumen	1
Introducción y Objetivos	2
Materiales y Métodos	
Sitio de Estudio	3
Medición de Variables Ambientales	4
Método de Muestreo	4
Comportamiento	5
Análisis Estadístico	8
Resultados	
Variables ambientales	9
Presencia y tamaño grupal	9
Patrones de comportamiento diurno	10

Discusión	
Presencia y tamaño grupal	10
Patrones de comportamiento diurno	12
Conclusiones	14
Referencias	15
Figuras y Cuadros	20
Anexos	27

Capítulo II

Efecto de embarcaciones turísticas sobre el comportamiento del delfín manchado, *Stenella attenuata* en Bahía Drake e Isla del Caño: evaluación biológica y socioeconómica de la observación turística de cetáceos.

Resumen	28
Introducción y Objetivos	29
Materiales y Métodos	
Sitio de Estudio	31
Método de Muestreo	32
Análisis socio-económico	33
Comportamiento	33
Análisis Estadístico	37
Resultados	
Operadores turísticos, regulación y beneficios económicos de la actividad	41
Efecto de la actividad sobre el comportamiento del delfín manchado	43
Regulación de la actividad y su alcance	45

Discusión	
Operadores turísticos y beneficios económicos de la actividad	46
Efecto de la actividad sobre el comportamiento del delfín manchado	48
Regulación de la actividad y alcance del Decreto Ejecutivo 32495	51
Implicaciones de manejo	53
Conclusiones y recomendaciones	54
Referencias	56
Figuras	62
Anexos	67

LISTA DE CUADROS

Capítulo 1

Cuadro 1. Valores de prueba t pareada para variables ambientales mensuales en Bahía Drake e Isla del Caño durante las épocas secas dentro del periodo 2004-2006.....20

Cuadro 2. Tamaños promedio y profundidad a las cual se reportaron avistamientos del delfín manchado *S. a. graffmani* durante distintas épocas secas en localidades vecinas de Bahía Drake (Océano Pacífico).....20

Cuadro 3. Tamaño promedio del grupo en relación al comportamiento y hora del día de *S. a. graffmani* en Bahía Drake (2004-2006)21

Capítulo 2

Cuadro 1. Definición de categorías de comportamiento para grupos de delfines manchados (*S. attenuata*) durante las épocas secas del 2004-2006 en Bahía Drake e Isla del Caño Costa Rica.....34

Cuadro 2. Artículos del Decreto Ejecutivo 32495 (2005), utilizados para definir manejo Correcto e Incorrecto de embarcaciones turísticas que observaron delfines manchados (*S. attenuata*) durante las épocas secas del 2004-2006 en Bahía Drake e Isla del Caño Costa Rica.....35

Cuadro 3. Resultados del GLM para presencia de comportamientos del delfín manchado (*S. attenuata*), según tipo de botes presentes durante las épocas secas del 2004-2006 en Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica.....44

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1. Mapa de la zona de muestreo y sus transectos (líneas del triángulo unidas por Punta Sierpe, Reserva Biológica Isla del Caño y Punta Llorona) recorridos durante las épocas secas dentro del periodo 2004-2006, Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica.....22

Figura 2. Valores mensuales de variables ambientales (promedios \pm desviación estándar) durante las épocas secas dentro del periodo 2004-2006, Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica.....23

Figura 3. Frecuencia de grupos avistados de *S. a. graffmani* con relación a la promedios de temperatura mensual durante las épocas secas dentro del periodo 2004-2006, Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica.....24

Figura 4. Densidad relativa mensual de grupos de *S. a. graffmani* según el área recorrida durante las épocas secas dentro del periodo 2004-2006, Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica.....24

Figura 5. Distribución de frecuencia de grupos encontrados en distintos intervalos de profundidad (m), según de categoría de tamaño para el delfín manchado costero (*S. a. graffmani*) durante las épocas secas 2004-2006 en Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica.....25

Figura 6. Distribución de comportamientos de *S.a. graffmani* durante las épocas secas dentro del periodo 2004-2006, Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica.....25

Figura 7. Frecuencia relativa de grupos de *S.a. graffmani* según el comportamiento dominante, durante tres periodos del día en las épocas secas dentro del periodo 2004-2006, Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica.....26

Figura 8. Frecuencia de comportamientos dominantes por avistamiento de *S. a. graffmani* según el mes durante las épocas secas dentro del periodo 2004-2006, Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica.....26

Capítulo 2

Figura 1. Mapa de la zona de muestreo y sus transectos, unidos por Punta Sierpe, Reserva Biológica Isla del Caño y Punta Llorona para el estudio del comportamiento del delfín manchado. Costa Rica (2004-2006).....61

Figura 2. Número de avistamientos de cuatro especies de cetáceos realizadas por los operadores de turismo en Bahía Drake e Isla del Caño. Costa Rica (2004-2006).62

Figura 3. Porcentajes de botes en uso en Bahía Drake e Isla del Caño según los caballos de fuerza (hp). Costa Rica (2004-2006).....	62
Figura 4. Porcentajes de botes en uso según tipo de excursiones turísticas en Bahía Drake, Costa Rica (2004-2006).....	63
Figura 5. Distribución de ganancias hechas en Bahía Drake por la actividad de observación de cetáceos, para operadores de servicio directo. Costa Rica (2004-2006). Las operadoras fueron nombradas en concordancia con la Figura 2, por lo que las letras no siguen un orden continuo.....	63
Figura 6. Densidad (km ²) de botes turísticos en el área de estudio durante las épocas secas 2004-2005 y 2005-2006. Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica.....	64
Figura 7. Frecuencia de comportamientos-reacción del delfín manchado según el tipo de manejo de embarcaciones turísticas en Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica (2004-2005 y 2005-2006).....	64
Figura 8. Frecuencia de reacciones negativas presentadas por el delfín manchado en Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica (2004-2005 y 2005-2006).....	65
Figura 9. Proporción de avistamientos de con grupos Control y Turismo en presencia de distintos comportamientos del delfín manchado en Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica (2004-2005 y 2005-2006).....	65

RESUMEN GENERAL

El delfín manchado *Stenella attenuata* es una especie abundante y ampliamente distribuida, tanto en hábitats costeros como oceánicos en aguas templadas cálidas y en aguas tropicales (Reeves y Leatherwood 1994). El delfín manchado costero *S. a. graffmani* del Pacífico Oriental Tropical se encuentra en aguas someras, hasta 200 Km. de la costa (Au y Perryman 1985). La organización social del delfín manchado pantropical no se conoce bien. Los grupos pueden segregarse por edad, sexo o ambos (Kasuya 1995, Perrin y Hohn 1994). Los grupos pueden formarse por pocos individuos o por miles de estos. La composición y tamaño general del grupo puede variar a través del día (Perrin 2001).

Dentro de las categorías de la Lista Roja de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), las subespecies de *S. attenuata* están categorizadas como “No Evaluadas”, lo que significa que no hay suficiente información para saber si están amenazadas como unidad de manejo (Reeves y Leatherwood 1994).

El delfín manchado se ha estudiado previamente en el Pacífico costarricense. Acevedo y Burkhart (1998) aportaron datos acerca de la distribución estacional de *S. attenuata* en el Golfo Dulce, al igual que Cubero-Pardo (1998), que además estudia patrones de actividad en esta misma zona. En el 2001, se describe la ecología y comportamiento del delfín manchado costero (*S. attenuata graffmani*) en el Golfo de Papagayo de Costa Rica (May-Collado 2001). Escorza-Treviño *et al.* (2002), estudiaron la diferenciación genética y la estructura intraespecífica del delfín manchado del Pacífico Tropical Oriental, en donde la estructura poblacional de Costa Rica estuvo claramente diferenciada al compararla con las poblaciones del resto de Latinoamérica. Más recientemente, Palacios-Alfaro (2007) reporta la presencia y hábitos alimenticios del delfín manchado en el Pacífico central. Todos estos estudios han encontrado una alta abundancia relativa de delfines manchados costeros (*Stenella attenuata graffmani*) durante la época seca (diciembre a abril).

El delfín manchado es de los cetáceos costeros más frecuentemente observado en aguas costarricenses (May-Colado *et al.* 2005, Rasmussen *et al.* 2002), por lo que se han convertido en un blanco para la actividad turística de observación de cetáceos y otras actividades recreativas. La actividad de observación de cetáceos se define como cualquier iniciativa comercial que ofrece al público la observación de cetáceos en su hábitat natural (IWC 1994). La estimación más reciente acerca de la observación de cetáceos a nivel mundial (Hoyt 2001), reporta que la industria alcanza un valor de al menos 1000 millones de dólares. A pesar de este rápido crecimiento, poco se sabe acerca de efectos a corto y largo plazo del turismo sobre el comportamiento de cetáceos. Los estudios para evaluar los efectos de las actividades turísticas en los cetáceos, como ballenas y delfines, reflejan un esfuerzo considerable de investigación a través de la última década (Hoyt 2001).

Algunos estudios han detectado alteración en el comportamiento de los cetáceos expuestos a la actividad turística de observación. La observación de cetáceos generalmente se clasifica como ecoturismo, sin embargo, trae efectos negativos cuando se realiza sin regulación. Esto puede notarse a corto plazo, por ejemplo cuando una población de delfines muestra comportamientos evasivos o bien evade el lugar que está siendo controlado por la actividad (e.g. Corkeron 1995, Whitehead *et al.* 2000, Van Parijs y Corkeron 2001, Williams 2002, Lusseau 2003, Constantine *et al.* 2004, Bejder 2006). También puede haber efectos que se distinguen a largo plazo como es el caso de la vulnerabilidad de una especie por estrés al que ha sido sometido durante un tiempo, o en el peor de los escenarios, con la reducción de hábitats para estas especies. En mamíferos acuáticos (e.g. por contaminación sónica) esta reducción puede ser causada por cambios de distribución y patrones de uso de áreas con importancia ecológica en las especies, especialmente si se trata de áreas de reproducción, de cuidado parental y de alimentación (Whitehead *et al.* 2000).

En general, la distribución espacial y temporal de los cetáceos se halla bajo influencia de una serie de factores ambientales, factores bióticos y factores antropogénicos, como la actividad pesquera y el tráfico de botes, entre otros (Au *et al.* 1974, Jefferson *et al.* 1993). El delfín manchado es comúnmente observado en la zona de la Isla del Caño y Bahía Drake, en el Pacífico sur de Costa Rica, pero hasta el presente no existe información

disponible sobre sus patrones de ocurrencia y comportamiento (en ausencia o presencia de embarcaciones turísticas). Esta tesis esta compuesta por dos capítulos (artículos). El objetivo del Capítulo 1 fue determinar la distribución de comportamientos de los delfines costeros manchados presentes en los alrededores de Isla del Caño y Bahía Drake durante la época seca, tomando en cuenta ciertas variables ambientales en ese hábitat. El objetivo del Capítulo 2 fue determinar los aspectos biológicos y socioeconómicos relacionados con la industria de observación de cetáceos en dos de las áreas donde la observación es practicada intensamente en el país, Bahía Drake e Isla del Caño.

Los muestreos correspondientes a cada capítulo se realizaron durante las épocas secas 2004-2005 y 2005-2006. Se siguieron transectos en banda que delimitaron un área triangular aproximada de 260 km². Los comportamientos de los delfines fueron clasificados como: alimentación, socialización, desplazamiento, reposo y merodeo.

La población de delfines costeros manchados del sector Isla del Caño y Bahía Drake mostraron patrones de comportamiento y tamaños grupales semejantes a los encontrados durante la época seca en estudios anteriores realizados en otros puntos del Pacífico de Costa Rica. Además, los delfines invirtieron más tiempo en actividades de alimentación que en otras actividades durante la época seca. Se registró la mayor densidad relativa mensual de avistamientos en marzo y abril, lo que sugiere que el zooplancton dominante en los primeros meses de verano en la Isla del Caño y alrededores podrían ser un factor clave en el desarrollo de peces arrecifales que eventualmente se convierten en presa de los delfines manchados.

Los delfines reaccionaron de forma negativa ante aquellas embarcaciones que no siguieron al menos una de las regulaciones de manejo de bote en el Decreto Ejecutivo 32495 (2005). Además, un análisis GENMOD mostró que los comportamientos de alimentación y reposo en el delfín manchado tienen una razón de ventaja menor en presencia de botes de turismo, lo que podría causar que esta especie evada la zona de Bahía Drake si continúan estas fallas. A raíz de la información colectada en 66 encuestas, se estimó una ganancia mínima de \$600,000 al año en esta comunidad. La densidad de

avistamientos con botes de turismo presentes fue mayor a 3 km de la isla en comparación a la densidad promedio en el área de estudio. Debido a la falta de recursos económicos y de personal por parte de instituciones estatales en Costa Rica, el control del cumplimiento del Decreto Ejecutivo 32495 (2005) podría ser más eficiente con un control “desde abajo”, en donde representantes de la comunidad controlen sus propios recursos.

Referencias

- Acevedo-Gutierrez, A. & S. Burkhart. 1998. Seasonal distribution of bottlenose (*Tursiops truncatus*) and pan-tropical spotted (*Stenella attenuata*) dolphins (Cetacea: Delphinidae) in Golfo Dulce, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 6 (Supl. 46):91-101.
- Au, W. W. L., R. W. Floyd, R. H. Penner, & A. E. Murchison. 1974. Measurement of echolocation signals of the Atlantic Bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* Montagu, in open waters. *J. Acoust. Soc. Am.* 56:1280- 1290.
- Au, D. W. K. & W. L. Perryman. 1985. Dolphin habitats in the eastern tropical Pacific. *Fish. Bull., U.S.* 83:623–643.
- Bejder, L., S. A. Samuels, A. Whitehead, H. & Gales, N. 2006. Interpreting short-term behavioural responses to disturbance within a longitudinal perspective. *Anim. Behav.* doi:10.1016/j.anbehav.2006.04.003
- Constantine, R., D. H. Brunton & T. Dennis. 2004. Dolphin-watching tours change bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) behaviour. *Biol. Conserv.* 117: 299-307
- Corkeron, P. J. 1995. Humpback whales (*Megaptera novaeanglie*) in Hervey Bay, Queensland: behaviour and responses to whale-watching vessels. *Can. J. Zool.* 73:1290-1299.
- Cubero-Pardo, P. 1998. Distribución y patrones de actividad del bufeo (*Tursiops truncatus*) y el delfín manchado (*Stenella attenuata*) en el Golfo Dulce. Tesis de Maestría en Biología. Universidad de Costa Rica. 102 p.
- Escorza-Treviño, S., A. Lang & A. E. Dizon. 2002. Genetic differentiation and intraespecific structure of Eastern Tropical Pacific spotted dolphins, *Stenella attenuata*, revealed by mitochondrial and microsatellite DNA analyses. Administrative Report LJ-02-38. Southwest Fisheries Science Center. La Jolla, California. 20 p.
- Hoyt, E. 2001. Whale watching 2001: Worldwide tourism numbers, expenditures, and expanding socioeconomic benefits. International Fund for Animal Welfare, Yarmouth Port, Massachusetts. 158 p.
- IWC. 1994. Resolution on whale watching. Reports of the International Whaling Commission 44:33-34
- Jefferson, T. A., S. Leatherwood, & M. A. Webber. 1993. Marine Mammals of the World. FAO Species Identification Guide. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations. Roma. 320 p.
- Kasuya, T. 1995. Overview of cetacean life histories: an essay in their evolution, pp. 481-497 In A.S. Blix, L. Walløe, & Ø. Ulltang (eds.). Whales, seals, fish and man. Elsevier Science B.V. Amsterdam, Holanda.

- Lusseau, D. 2003. How do tour boats affect the behavioral state of bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.)? Applying Markov chain modelling to the field study of behavior. *Conserv. Biol.* 17: 1785–1793.
- May-Collado, L. J. 2001. Ecología y comportamiento del delfín manchado costero (*Stenella attenuata graffmani*) del Pacífico Norte de Costa Rica. Tesis de Maestría en Biología. Universidad de Costa Rica. 78 p.
- May-Collado, L. J., T. Gerrodette, J. Calambokidis, K. Rasmussen & I. Sereg. 2005. Patterns of cetacean sighting distribution in the Pacific Exclusive Economic Zone of Costa Rica based on data collected from 1979-2001. *Rev. Biol. Trop.* 53: 249-263.
- Palacios-Alfaro, J. D. 2007. Presencia y comportamiento de dos especies de delfines en el Pacífico central de Costa Rica. Trabajo de Graduación. Universidad Nacional. 70 p.
- Perrin, W. F., & A. A. Hohn. 1994. Pantropical spotted dolphin *Stenella attenuate*, pp. 71-98 *In* S. H. Ridgway & R. Harrison (eds.). *Handbook of marine mammals: the first book of dolphins*. Academic. Londres.
- Perrin, W.F. 2001. *Stenella attenuata*. *Mammalian Species* 683:1-8.
- Rasmussen, K., J. Calambokidis & G. Steiger. 2002. Humpback whales and other marine mammals off Costa Rica and surrounding waters, 1996-2002. Report of the Oceanic Society 2001 field season in cooperation with Elderhostel volunteers. Dec. 2001. Olympia, Washington. 21 p.
- Reeves, R. R. & S. Leatherwood (eds.). 1994. Dolphins, porpoises, and whales: 1994–1998 Action Plan for the Conservation of Cetaceans. The International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), Gland, Suiza. 147 p.
- Van Parijs, S. M., & P. J. Corkeron. 2001. Boat traffic affects the acoustic behavior of Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis*. *J. Mar. Ass. U.K.* 81:533-538.
- Whitehead, H., R. R. Reeves, & P.L. Tyack. 2000. Science and the conservation, protection, and management of wild cetaceans, pp. 308-333. *In* J. Mann, R.C. Connor, P. L. Tyack & H. Whitehead (eds.). *Cetacean societies: field studies of dolphins and whales*. University of Chicago. E.U.A.
- Williams, R., A. W. Trites, & D. Bain. 2002. Behavioral responses of killer whales (*Orcinus orca*) to whale watching boats: opportunistic observations and experimental approaches. *J. Zool.* 256:255-270.

FORMATO

Para la escritura de esta tesis, se utilizaron dos tipos de formato: *Revista Biología Tropical* para el Capítulo I y *Cetacean Management and Conservation* para el Capítulo II. Debido a que cada capítulo corresponde a un artículo científico separado, hay información que se repite entre ellos. Estos artículos serán enviados a revisión a las revistas mencionadas una vez aceptada esta tesis.

CAPITULO I

comportamiento del delfín manchado, *Stenella attenuata graffmani* en Bahía Drake e Isla del Caño durante la época seca.

Resumen: Estudios anteriores en el Pacífico de Costa Rica han encontrado una alta abundancia relativa de delfines manchados costeros (*Stenella attenuata graffmani*) durante la época seca (diciembre a abril). Según los resultados anteriores, el delfín manchado presenta actividades sociales pasivas, alimentarias, y de desplazamiento, con mayor intensidad durante esta época. El delfín manchado es comúnmente observado en la zona de la Isla del Caño y Bahía Drake, en el Pacífico sur de Costa Rica, pero hasta el presente no existe información disponible sobre sus patrones de ocurrencia y comportamiento. El objetivo de este trabajo fue determinar la distribución de comportamientos de los delfines costeros manchados presentes en los alrededores de Isla del Caño y Bahía Drake durante la época seca, tomando en cuenta ciertas variables ambientales en ese hábitat. Se siguieron transectos en banda que delimitaron un área triangular aproximada de 260 km² durante las épocas secas comprendidas entre los años 2004 y 2006. Cada mes, se tomaron en cuenta factores ambientales variables (temperatura, visibilidad, salinidad) y fijos (profundidad). Los comportamientos superficiales de los delfines fueron clasificados como: alimentación, socialización, desplazamiento, reposo y merodeo. Los grupos menores o iguales a 10 individuos fueron significativamente mayores en la totalidad del muestreo ($\chi^2=37.13$, gl=3, p<0.001) y la mayoría de los grupos se encontraron en profundidades aproximadas a los 50 m. Los delfines manchados en Bahía Drake se alimentaron principalmente a media mañana, lo que puede estar relacionado a la ecología de las presas de los peces que *S. a. graffmani* come en este lugar. A nivel general, invirtieron más tiempo en actividades alimentarias ($\chi^2=53.67$, gl=4, p<0.001) que en otras actividades. Lo anterior, en conjunto con la mayor densidad relativa mensual de avistamientos en marzo y abril, sugiere que el zooplancton dominante en los primeros meses de verano en la Isla del Caño y alrededores podría ser un factor clave en el desarrollo y reproducción de peces arrecifales que eventualmente se convierten en presa de los delfines manchados. La selección

de hábitat en cetáceos, incluidos los delfines manchados, se basa en diferencias específicas entre masas de agua. Estas diferencias incluyen el tipo de presas epipelágicas, evidenciadas por distribución de nutrientes y productividad primaria, que eventualmente afectan a los depredadores que podrían forrajear de forma exitosa en ese lugar.

Palabras clave: delfines, comportamiento, forrajeo, alimentación, Pacífico sur, Costa Rica

El delfín manchado *Stenella attenuata* es clasificado en dos subespecies dentro del Pacífico Tropical Oriental (P.T.O.): *S. a. attenuata* la cual habita en aguas oceánicas y *S. a. graffmani*, cuya distribución se limita a aguas costeras -hasta 200 km de la costa- entre el sur de México y el norte de Suramérica (Perrin 2002). Escorza-Treviño *et al.* (2002), estudiaron la diferenciación genética y la estructura intraespecífica del delfín manchado costero del P.T.O., en donde la estructura poblacional de la subespecie en Costa Rica estuvo claramente diferenciada al compararla con las otras cinco poblaciones encontradas. Lo anterior sugiere un ámbito de desplazamiento discreto para esta población, dentro de aguas costarricenses.

La organización social del delfín manchado no se conoce bien. Los grupos están segregados por edad, sexo o ambos (Kasuya 1976, Norris *et al.* 1978, Perrin y Hohn 1994) y el tamaño de estos puede variar de pocos hasta miles de individuos. Tanto la composición como el tamaño del grupo varían a través del día (e.g., Perrin 2001, Scott y Cattanach 1998, Acevedo-Gutiérrez 2002). Esta variación es consistente con organizaciones sociales fluidas, donde miembros del grupo tienen asociaciones débiles, con la excepción de machos adultos (Perrin 2002, Pryor y Shellenger 1995).

Los patrones de actividad de los delfines han sido estudiados en diversas regiones. Esto ha permitido demostrar que los mismos pueden variar sus patrones de actividad en relación a la época y hora del día dependiendo de la zona (e.g. Wursig 1979, Shane 1990a, Brager 1993, Baird *et al.* 2001). En el Golfo Dulce de Costa Rica, Cubero-Pardo (1998a) encontró que las actividades sociales pasivas, alimentarias, y de desplazamiento de *S. attenuata* suceden con mayor intensidad durante la época seca. Además, encontró un patrón específico de comportamiento relacionado con la hora del día. En el Golfo de Papagayo, May-Collado y

Morales-Ramírez (2005) encontraron que, los patrones de abundancia de *S. a. graffmani* parecen asociarse con la producción de afloramientos costeros en la zona, en donde se da un incremento en la abundancia de estos delfines durante la época seca. Adicionalmente, las actividades alimentarias incrementaron durante estos meses de época seca.

Tanto la población estudiada anteriormente en el Golfo Dulce (Acevedo - Gutiérrez y Buckhart 1998; Cubero-Pardo 1998a), como la estudiada en Islas Murciélagos y Bahía Culebra (May-Collado y Forcada 2001; May-Collado y Morales-Ramírez 2005) parecen ser poblaciones residentes, o sea discretas dentro de cada una de estas zonas (Acevedo 1996, Montero-Cordero y May-Collado 2005). Sin embargo, los delfines de la Bahía Drake podrían pertenecer a una población diferente o bien, compartir miembros en común con las poblaciones estudiadas en otros lugares de la costa Pacífica de Costa Rica.

El delfín manchado es comúnmente observado en la zona de la Isla del Caño y Bahía Drake, pero hasta el presente no existe información disponible sobre sus patrones de ocurrencia y comportamiento. Al tomar en consideración la información de los estudios antes mencionados, los objetivos de esta investigación son: (1) describir la ocurrencia de *S. a. graffmani* en la Bahía Drake durante la época seca asociada a variables ambientales y (2) determinar si existe un ordenamiento específico de los patrones de comportamiento con respecto a la hora del día.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio: La Bahía Drake se localiza en el Pacífico Sur de Costa Rica. El área total de muestreo siguió un triángulo que delimita un área de aproximadamente 260 km² (Fig.1) desde Punta Sierpe (8° 45. 995' N, 83° 38. 947' O) hasta Punta Llorona (8° 38.470' N, 83° 43.542'O) en la Península de Osa, incluida la Isla de Caño (8° 71.091' N, 83° 88.631'O).

El área de estudio colinda en la parte norte con la desembocadura del Manglar Térraba-Sierpe, clasificado como Humedal RAMSAR (Reyes *et. al.* 2004) y al sur con el Parque Nacional Corcovado. El área marina dentro de esta área alberga arrecifes rocosos y coralinos, además de encontrarse a 15 km de la Reserva Biológica Isla del Caño, cuyos arrecifes

coralinos exhiben una alta diversidad (Guzmán y Cortés 1989). La profundidad en la zona de muestreo varía entre los 10 y los 200 m. Además, el Pacífico sur de Costa Rica se caracteriza por su clima lluvioso y por tener una época seca poco pronunciada que va de diciembre a abril y durante la cual se registran las máximas temperaturas ambientales (Kappelle *et al.* 2002).

Para el área de Península de Osa, se han reportado 12 especies diferentes de cetáceos entre 1979 y 2002 (Rasmussen *et al.* 2002, May-Collado *et al.* 2005). Las especies más comunes son: falsa orca (*Pseudorca crassidens*), nariz de botella (*Tursiops truncatus*) y delfín manchado (*S. attenuata*), este último el observado con más frecuencia entre todas las especies.

Medición de variables ambientales: Se establecieron cuatro estaciones: Sierpe, Paraíso, Bajo del Diablo y San Pedrillo (Fig.1) para determinar parámetros físico-químicos del agua tales como: temperatura superficial (Celsius), salinidad (UPS) y transparencia de agua (m). Estos factores se han identificado como determinantes indirectos de la abundancia de estos animales (May-Collado 2001). Sierpe se localizó frente a la desembocadura del Río Térraba-Sierpe (8° 76.077' N, 83° 67. 156' O) Paraíso, entre la estación Sierpe y la Isla del Caño (8° 71.091' N, 83° 88.631'O), Bajo del Diablo fue el punto de buceo conocido bajo el mismo nombre, al sur de la Isla del Caño (8° 70.110' N, 83° 91.459' O) y San Pedrillo frente a la estación San Pedrillo del Parque Nacional Corcovado (8° 64.245' N, 83° 76.695' O). Los datos de temperatura fueron tomados en los primeros centímetros de la columna de agua con un termómetro de mercurio, la salinidad con un refractómetro (Aquatic Eco-system Inc., modelo SR3) y la transparencia del agua con un disco de Secchi. La posición geográfica se registró con ayuda de un GPS Garmin (GPSmap 76S).

Método de muestreo: Se realizaron muestreos sistemáticos durante dos épocas secas: (Diciembre 2004-Abril 2005) y (Diciembre 2005-Abril 2006), para un total de 10 meses. En cada salida se siguieron tres transectos en banda, recorridos en su totalidad en un promedio de ocho horas diarias. El trabajo de campo comprendió un total de 325 horas de muestreo, 169 horas durante la primera época y 156 horas durante la segunda época. El esfuerzo de recorrido cubrió un área total de 3.186 Km².

El bote mantuvo una velocidad promedio de 23 km/h. Los transectos, de longitud variable (27, 20 y 17 km) y de 1000 m de ancho (500 m a cada lado del transecto, Fig. 1), se recorrieron durante tres o cuatro días cada mes; esta ruta permitió un esfuerzo espacial homogéneo. El recorrido del área se realizó de forma continua a través del día, de 6:00 a.m. a 3:00 p.m. Cada día se alternaron las rutas de inicio, un día se inició por la Estación Sierpe y el siguiente por la Estación San Pedrillo. Los datos se organizaron en tres bloques del día: mañana (6:00 a.m.-9:00 a.m.), media mañana (9:00 a.m.-12:00 p.m.) y tarde (12:00 p.m.-3:00 p.m.).

Se utilizó una lancha de 7 m de largo, con un motor fuera de borda de 4 tiempos. El bote de investigación fue manejado cuidadosamente, siguiendo las recomendaciones de Constantine *et al.* (2004) para tener un impacto mínimo en el comportamiento natural de cada grupo observado. Algunas de estas recomendaciones son: (1) manejar el bote a la misma velocidad del grupo focal y de forma paralela, (2) si el grupo se encuentra en comportamiento estacionario o movimiento lento, el bote se pondrá en la marcha “neutro” o será apagado, y (3) no se harán cambios bruscos de velocidad. Debido a la alta presencia de botes para observación turística de delfines, solo se tomaron en cuenta los avistamientos hechos en presencia exclusiva del bote de investigación. Lo anterior se hizo para evitar el efecto de otros botes, los cuales producen cambios drásticos en el comportamiento como respuesta a modos de acercamiento más invasivos.

Una vez detectado un grupo de delfines, el bote se colocó de forma paralela a este y se procedió a seguir el grupo manteniendo la misma velocidad de este o deteniendo por completo el bote. Se registraron datos de: posición geográfica, hora, tamaño del grupo y comportamiento general del grupo. Solo se consideraron aquellos grupos cuyo encuentro fue mayor a 10 minutos para análisis de comportamientos.

Comportamiento: Los comportamientos fueron determinados mediante el método de muestreo instantáneo (muestreo de barrido) descrito por Altmann (1974), donde se anota la actividad dominante, es decir, la que realiza la mayoría de los miembros en el grupo. En este caso, cada barrido (“escaneo”) fue de dos minutos, es decir, se registró la actividad dominante

de forma continua a través del avistamiento cada dos minutos. Cada encuentro finalizó al llegar al límite de 40 minutos o hasta perder al grupo de vista, en este momento se continuó con el recorrido. Un “grupo” fue definido como cualquier número de delfines observado en asociación aparente, moviéndose en la misma dirección y a menudo involucrado en la misma actividad (Wells *et al.* 1999).

Los comportamientos fueron asignados a una de las cinco siguientes categorías, basadas en observaciones preliminares y adaptaciones de Shane (1990a), Lusseau (2003) y May-Collado y Morales-Ramírez (2005).

1. SOCIAL: Las siguientes descripciones fueron consideradas como comportamiento social

a. Interacción con embarcaciones: Los animales se acercan voluntariamente al bote y nadan en la proa o estribor, o bien simplemente inspeccionan el bote.

b. Interacciones entre miembros del grupo o entre grupos:

i. Persecuciones: Individuos persiguiéndose, uno a uno o un grupo a uno solo. Generalmente involucra distancias cortas.

ii. Roces: Roce de forma pasiva entre individuos con aletas, cuerpo entero o el pedúnculo.

iii. Contacto sexual: Nado de dos individuos vientre con vientre por un periodo corto. Se observa los genitales del macho al copular con la hembra o simplemente los machos nadan con sus genitales expuestos.

iv. Interacción Madre-cría: Crías se mantienen cerca de la madre y pueden mostrar un patrón de comportamiento aéreo conspicuo

v. Comportamiento aéreo: Se incluyen en esta subcategoría saltos altos, saltos bajos, espionaje, golpes de cola, saltos horizontales y giros.

2. ALIMENTACION: Este comportamiento se diferenci6 en dos t6cnicas, seg6n Cubero (1998a) y May-Collado y Morales-Ram6rez (2005) de la siguiente forma:

a. B6squeda: Delfines involucrados en cualquier esfuerzo de captura a trav6s de buceos profundos sincronizados con exhalaciones sonoras. Puede haber cierto desplazamiento dentro de un gran 6rea circular, aunque las direcciones de nado cambian constantemente. Es com6n observar la cola del individuo de forma vertical al sumergirse. Los buceos duran en promedio 2 minutos.

b. Persecuci6n Activa: Se observa a los delfines consumiendo la presa. Lo anterior es evidenciado por persecuciones superficiales y nataci6n r6pida circular (sin perseguir a otro delf6n). Este comportamiento abarca las siguientes subcategor6as:

i. Acorralamiento: Cambios dr6sticos de velocidad y direcci6n, con el fin de acorralar a la presa. Inicia en un 6rea amplia y circular que se hace cada vez m6s estrecha. Se pueden asociar aves acu6ticas al grupo de delfines durante el acorralamiento.

ii. Comportamiento a6reo: Golpes de cola, golpes de cabeza y de costado, saltos bajos con ca6da de lado y de espalda; lo anterior, acompa6ado de alguna de las otras subcategor6as del comportamiento de forrajeo.

iii. Captura: Generalmente se observa luego de las subcategor6as anteriores, cuando los delfines de manera individual capturan la presa y puede observarse el pez en el morro del delf6n.

3. REPOSO: Movimientos lentos dentro de un grupo compacto (menos de un cuerpo de distancia entre un individuo y otro). Generalmente realizan inmersiones cortas, relativamente constantes. Hay intervalos de buceos sincronizados.

4. DESPLAZAMIENTO: Movimiento direccional persistente. Este puede ser lento o rápido.

5. MERODEO: Los delfines muestran cambios frecuentes y movimientos erráticos, que pareciera una transición de comportamientos. No presentan ningún comportamiento concreto de los antes mencionados. Los buceos son relativamente largos y los individuos respiran individualmente. Se mantienen dentro de una misma área.

Análisis estadístico: Para evitar pseudoréplicas (Hurlbert 1984) a la hora de calcular promedios mensuales de variables ambientales, se trabajó con los promedios de todas las estaciones de muestreo cada mes (Fig.1), y no con valores diarios (Anexo I). La excepción a lo anterior es para la variable profundidad, que permanece constante, en cuyo caso se utilizaron todas las profundidades tomadas para cada grupo.

Para averiguar si existe relación entre la temperatura superficial del agua y la cantidad de grupos de delfines avistados por mes, se utilizó el coeficiente de Pearson. Se aplicaron análisis de Chi cuadrado (χ^2) de independencia para determinar si hubo diferencias en el número de grupos según la categoría de tamaño. Se realizó un χ^2 por comportamiento, para asociar su frecuencia a los tres periodos del día, mediante la sumatoria de datos de presencia de ese comportamiento dentro de cada avistamiento. Debido a que el número de avistamientos varió según el periodo del día, el cálculo de los valores esperados se corrigió según la proporción de grupos observada por periodo (Ver Anexo II)

Un análisis de χ^2 de independencia se utilizó para determinar diferencias entre frecuencias de comportamientos a través del muestreo y según el año de muestreo. Además, una prueba F seguida por otra de Kruskal-Wallis fue ejecutada para buscar asociaciones entre tamaño grupal según el comportamiento dominante en cada avistamiento.

Se aplicaron pruebas de Chi-cuadrado (χ^2) de asociación para determinar si un mismo comportamiento varió a través del día. Para realizar los análisis estadísticos, fue utilizado el programa estadístico PAST, versión 1.67b (Hammer *et al.* 2001) con $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS

Variabes ambientales: No se encontraron diferencias en las variables ambientales de una época seca a la siguiente (Cuadro 1). Dos variables ambientales variaron según el mes. Las temperaturas superficiales del agua fueron más bajas durante diciembre y más altas durante abril ($H=12.97$, $g.l.=4$, $p=0.011$, Fig. 2). La salinidad fue mayor en febrero que en los demás meses ($H=10.36$, $g.l.=4$, $p=0.035$, Fig. 2) y los valores más bajos de visibilidad se encontraron en la Estación Sierpe ($H=20.13$, $g.l.=3$, $p<0.001$).

Presencia y tamaño grupal: Se observó un total de 3499 individuos ($n_{2004-2005}=1186$, $n_{2005-2006}=2313$) distribuidos en 105 grupos ($n_{2004-2005}=65$, $n_{2005-2006}=40$). El número de grupos de delfines aumentó al aumentar la temperatura del agua (Coeficiente de Pearson=0.959, Fig 3). Los valores de densidad de grupos por mes permanecieron similares en ambos periodos de muestreo, sin embargo, se observó una tendencia al aumento de grupos en los meses de marzo y abril (Fig. 4).

En general, el número máximo de individuos por grupo observado en la bahía varió de dos a 500 individuos. Sin embargo, en la totalidad del muestreo la mayoría de los grupos consistieron de 10 individuos o menos (Fig. 5, $\chi^2 = 37.13$, $gl = 3$, $p<0.001$). El tamaño grupal promedio observado en Drake, se mantuvo similar a otras localidades del Pacífico, con excepción de lo reportado por Cubero-Pardo (1998) en donde los grupos de delfines manchados en época seca ascendieron a los 51 individuos por grupo. Además, las profundidades utilizadas por estos delfines en el Golfo Dulce y Pacífico Central fueron mayores a las utilizadas en Drake (Cuadro 2).

No hubo diferencias en la categoría de tamaño ni promedios grupales según la hora del día o el comportamiento. Sin embargo, existe una tendencia a observar grupos más grandes a

media mañana y en la tarde, y durante actividades de reposo y desplazamiento (Cuadro 3). La profundidad promedio en la que se encontraron los delfines fue de 46.32 ± 27.20 . Los grupos pequeños (10 ó menos individuos) fueron los más frecuentes, independientemente de la profundidad a la que se encontraron. La mayoría de los grupos estuvieron entre los 46 y 60 m, incluidos los grupos más numerosos (Fig. 5).

Patrones de comportamiento diurno: En general los delfines invirtieron un 46% más de tiempo en actividades alimentarias que en cualquiera de las otras actividades ($\chi^2 = 53.67$, $gl = 4$, $p < 0.001$), seguido por un 22% invertido en socialización (Fig. 6). Durante la época seca del 2004-2005 sólo las actividades alimentarias ($\chi^2 = 12.75$, $gl = 1$, $p < 0.001$) y de reposo ($\chi^2 = 4.5$, $gl = 1$, $p < 0.034$) fueron observadas con mayor frecuencia.

Las varianzas de los tamaños grupales a través de los comportamientos fueron homogéneas ($F = 2.38$, $gl = 29.3$, $p = 0.07$) y se descartaron diferencias al asociar el tamaño promedio de grupo según el comportamiento dominante ($H = 5.07$, $p = 0.29$). Lo anterior implica que las medianas de tamaños grupales no variaron a través de los comportamientos (Alimentación=10, Desplazamiento=15, Merodeo=10, Reposo=15 y Socialización=15).

Al hacer una comparación relativa entre comportamientos por período muestreado (TM, MM y T), el comportamiento de alimentación fue dominante temprano en la mañana (6:00 am-9:00 am), ($\chi^2 = 18.71$, $gl = 4$, $p < 0.001$, $n = 40$) y a media mañana (9:00 am-12:00 pm), ($\chi^2 = 20.68$, $gl = 4$, $p < 0.001$, $n = 40$.) Sin embargo, ningún comportamiento se observó más durante un período que otro, es decir, se mantuvo constante a través del día; por lo tanto no hubo una asociación entre comportamientos y hora del día (Fig. 7). Hubo una tendencia a Alimentarse más en marzo y abril, los meses más calientes (Fig. 2 y 8).

DISCUSION

Presencia y tamaño grupal: En Drake-Caño los meses de marzo y abril, se distinguieron por las mayores temperaturas (Fig.2), un mayor número de grupos de delfines

(Fig. 3) y mayor densidad relativa mensual (Fig. 4). Au & Perryman (1985) propusieron que la selección de hábitat en cetáceos, incluidos los delfines manchados, se basa en diferencias específicas entre masas de agua. Estas diferencias incluyen el tipo de presas epipelágicas, evidenciadas por distribución de nutrientes y productividad primaria, que eventualmente afectan a los depredadores que podrían forrajear de forma exitosa en ese lugar (Ver Patrones de comportamiento diurno).

La población de delfines costeros manchados del sector Isla del Caño y Bahía Drake muestran patrones de comportamiento y tamaño de grupo semejantes a los encontrados durante la época seca en estudios anteriores realizados en otras partes de Costa Rica y Panamá (Cuadro 2).

La mayoría de los grupos encontrados en las dos épocas secas estudiadas fueron menores a 10 individuos, lo que coincide con lo encontrado tanto en época seca como lluviosa en el Golfo de Papagayo (May-Collado y Morales-Ramírez 2005), Golfo Dulce (Cubero-Pardo 1998a) y Barra Honda (García y Dawson 2003) y con lo reportado específicamente para la época seca por Palacios-Alfaro (2007) en el Pacífico central costarricense. Lo anterior se esperaba, debido a que se estudió una especie costera y las especies de delfines con hábitats costeros se asocian con grupos pequeños. Aparentemente esto se debe a que los niveles de depredación se reducen debido a que en aguas someras (<100 m) los delfines pueden detectar más fácilmente a sus depredadores y la distribución de los recursos es relativamente predecible e igualmente distribuida (Wells *et al.* 1999).

Los grupos de delfines costeros manchados reportados por Cubero-Pardo (1998b) en el Golfo durante época seca, fueron más grandes que los de Bahía Drake (Cuadro 2), a pesar de la proximidad de estos lugares. Varios factores pueden influenciar el tamaño del grupo en delfines entre ellos el tipo de hábitat (e.g, profundidad, cercanía a la costa) (Wells *et al.* 1999). En el caso de Golfo Dulce, Cubero-Pardo (1998b) y Acevedo y Burkhart (1998) encontraron que los delfines manchados utilizan principalmente aguas profundas por lo que el tamaño grupal relativamente mayor a las otras zonas de estudio se explica por la tendencia de los delfines a formar grupos más grandes en profundidades mayores (Wells *et al.* 1980).

A pesar de la relación tamaño grupal-profundidad explicada por otros autores (e.g. Wells *et al.* 1980 y Wursig 1986), esta relación no necesariamente se mostró lineal en este estudio. Los delfines manchados de Drake-Caño se observaron la mayoría del tiempo en grupos pequeños (<10) sin importar la profundidad (Fig. 5). Además Palacios-Alfaro (2007) observó grupos pequeños en aguas profundas (Cuadro 2). Las diferencias de tamaño grupal y profundidades entre Drake, Golfo Dulce y Pacífico Central pueden deberse a variación en el tipo de presas disponibles en estos sitios y a su respectiva distribución espacial en la columna de agua, tal y como lo comprobaron Acevedo y Parker (2000) para el delfín nariz de botella (*T. truncatus*) en la Isla del Coco.

Cubero-Pardo (1998a, b) reporta actividades de socialización asociadas a periodos de la mañana y a grupos más grandes en comparación a los otros comportamientos, mientras Palacios-Alfaro (2007), asoció este mismo comportamiento a periodos de la tarde. Al igual que May-Collado y Morales-Ramírez (2005), en este estudio el tamaño promedio del grupo de los manchados no varió según la hora del día o según el comportamiento. Sin embargo, los manchados de Drake-Caño mostraron una tendencia a formar grupos más grandes durante actividades de reposo y desplazamiento y a media mañana y en la tarde (Cuadro 3). La tendencia a aumentar el tamaño grupal durante la actividad de desplazamiento coincide también con lo observado en los delfines manchados del Golfo de Papagayo (May-Collado y Morales-Ramírez 2005) y en los delfines nariz de botella en Florida (Shane 1990a, b). La actividad de reposo es probablemente la más peligrosa para los delfines debido a que reducen sus niveles de vigilancia mientras la practican (Heithaus 2001), por lo que es razonable observar grupos más grandes asociados a este comportamiento. Es importante rescatar que la asociación entre tamaños grupales de delfines con determinados comportamientos no es necesariamente consistente de un lugar a otro, aun dentro de la misma especie (Shane 1986).

Patrones de comportamiento diurno: Los delfines manchados en Bahía Drake mostraron como comportamientos principales durante la época seca la alimentación, socialización y desplazamiento (Fig. 6), lo cual concuerda con lo observado durante la época

seca en otras localidades del Pacífico costarricense (Cubero-Pardo 1998a,b, May-Collado y Morales-Ramírez 2005, Palacios-Alfaro 2007).

Al igual que los delfines de Golfo Dulce (Cubero-Pardo 1998a,b), los delfines manchados en Bahía Drake se alimentaron principalmente a media mañana (Fig. 7). Este patrón es muy diferente al descrito por varias fuentes (e.g, May-Collado y Morales-Ramírez 2005, Perrin 2002, Scott y Cattanach 1998) en donde la especie tiende a alimentarse principalmente al atardecer y amanecer. Lo anterior puede ser el resultado de la presencia de presas que son más disponibles a esa hora del día.

En Drake-Caño el comportamiento de alimentación tendió a aumentar hacia el mes de abril (Fig. 8). Según Guzmán y Obando (1988) y Morales-Ramírez (1996), los copépodos fueron el taxón dominante de comunidades de zooplancton colectadas en la Isla del Caño y alrededores durante la época seca. Guzmán y Obando (1988) sugieren que el pico de abundancia de zooplancton en enero podría ser común en el Pacífico Oriental Tropical, ya que esta zona no está afectada por afloramientos. Además, no descartan la influencia del fenómeno regional de la desaparición de la termoclina permanente superficial entre los meses de diciembre a febrero principalmente (Wyrski 1964, 1965), que trae como consecuencia un aumento en nutrientes y por consiguiente un aumento en la productividad del área. Las variadas etapas del ciclo de vida de los copépodos son las principales presas de las larvas de peces, al menos en regiones templadas (Heath 1992). La información limitada existente hasta ahora (Leis 1991) considera también a estos crustáceos como presa principal para larvas de peces de arrecifes tropicales. Lo anterior sugiere que el pico de abundancia reportado anteriormente para el zooplancton de la Isla del Caño y alrededores, podría estar favoreciendo el crecimiento de larvas de peces (Houde 1989 y Bergenius *et al.* 2002) que alcanzarían una talla adecuada en el mes de abril para ser cazados por los delfines aquí estudiados.

Conclusiones:

- La población de delfines costeros manchados del sector Isla del Caño y Bahía Drake muestran patrones de comportamiento y tamaños grupales semejantes a los encontrados durante la época seca en estudios anteriores realizados en otros puntos del Pacífico de Costa Rica
- Los delfines manchados de Drake-Caño se observaron la mayoría del tiempo en grupos pequeños (<10) sin importar la profundidad, aunque usaron primordialmente aguas someras (<100)
- Los delfines manchados en Bahía Drake se alimentaron principalmente a media mañana e invirtieron más tiempo en actividades de alimentación que en otras actividades durante la época seca
- La alimentación como principal actividad durante el estudio, aunado a la mayor densidad relativa mensual de avistamientos en marzo y abril, sugiere que el zooplancton dominante en los primeros meses de verano en la Isla del Caño y alrededores podrían ser un factor clave en el desarrollo de peces arrecifales que eventualmente se convierten en presa de los delfines manchados

REFERENCIAS

- Anónimo. 2006. Plan Ecorregional del Pacifico Tropical Oriental, The Nature Conservancy. Modelo batimétrico basado en cartas náuticas 1:300.000. San José, Costa Rica
- Acevedo-Gutierrez, A. 1996. Lista de mamíferos marinos en Golfo Dulce e Isla del Coco, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 44: 933-934.
- Acevedo-Gutiérrez, A. 2002. Group behavior, p. 537-544. *In* W.F. Perrin, B. Würsig, & J.G.M. Thewissen (eds.). *Encyclopedia of marine mammals*. Academic Press, San Diego.
- Acevedo-Gutierrez, A. & S. Burkhart. 1998. Seasonal distribution of bottlenose (*Tursiops truncatus*) and pan-tropical spotted (*Stenella attenuata*) dolphins (Cetacea: Delphinidae) in Golfo Dulce, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 6: 91-101.
- Acevedo-Gutiérrez, A. & N. Parker. 2000. Surface behavior of bottlenose dolphins is related to spatial arrangement of prey. *Mar. Mammal Sci.* 16:287-298.
- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior* 49:227-267.
- Au, D.W.K. & W.L. Perryman. 1985. Dolphin habitats in the eastern tropical Pacific. *Fish B-NOAA* 83: 623-643.
- Bailey M.C. & M.R. Heath. 2001. Spatial variability in the growth rate of blue whiting (*Micromesistius poutassou*) larvae at the shelf edge west of the UK. *Fish Res* 50:73-87
- Baird, R.W., A. D. Ligon, S.K. Hooker & AM Gorgone. 2001. Subsurface and nighttime behaviour of pantropical spotted dolphins in Hawaii. *Can. J. Zool.* 79: 988-996
- Bergenius M.A.J, M. G. Meekan, D.R. Robertson, & M.I. McCormick. 2002. Larval growth predicts the recruitment success of a coral reef fish. *Oecologia* 131:521-525
- Brager, S. 1993. Diurnal and seasonal behavior patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Mar. Mam. Sci.* 9:434-438
- Constantine, R., D. H. Brunton & T. Dennis. 2004. Dolphin-watching tours change bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) behaviour. *Biol. Conserv.* 117: 299-307
- Cubero-Pardo, P. 1998a. Patrones de comportamiento diurnos y estacionales de *Tursiops truncatus* y *Stenella attenuata* (Mammalia: Delphinidae) en el Golfo Dulce, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 46: 103-110.

- Cubero-Pardo, P. 1998b. Distribución y patrones de actividad del bufeo (*Tursiops truncatus*) y el delfín manchado (*Stenella attenuata*) en el Golfo Dulce, en relación con variables ambientales. Tesis M.Sc., Universidad de Costa Rica, Costa Rica. 102 p.
- Escorza-Treviño, S., A. Lang & A. E. Dizon. 2002. Genetic differentiation and intraespecific structure of Eastern Tropical Pacific spotted dolphins, *Stenella attenuata*, revealed by mitochondrial and microsatellite DNA analyses. Administrative Report LJ-02-38. Southwest Fisheries Science Center. La Jolla, California. 20 p.
- García, C. & Dawson, S.M. Distribution of pantropical spotted dolphins in Pacific coastal waters of Panama. LAJAM 2: 29-38. 2003
- Guzmán, H. M. & Obando, V. L. 1988. Diversidad y Abundancia Diaria Estacional del Zooplancton Marino de la Isla del Caño, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 36: 139-150.
- Guzmán, H.M. & J. Cortés. 1989. Coral reef community structure at Caño Island, Pacific Costa Rica. P.S.Z.N.I: Mar. Ecol. 10: 23-41.
- Hammer, O., D.A.T. Harper & P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Paleontología Electrónica 4:9 p. (también disponible en línea: www.palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- Heath, M.R. 1992. Field investigations of the early life stages of marine fish. Adv. Mar. Biol. 28:1-174
- Heithaus, M.R. 2001. Predator-prey and competitive interactions between sharks (Order Selachii) and dolphins (Suborder Odontoceti): a review. Journal of Zoology (London) 253:53-68.
- Houde, E.D. 1989. Comparative growth, mortality, and energetics of marine fish larvae: temperature and implied latitudinal effects. Fish B-NOAA 87:471-495
- Hurlbert, S.H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. Ecol. Monogr. 54:187-211.
- Kappelle, M., M. Castro, H. Acevedo, L. González & H. Monge. 2002. Ecosistemas del Área de Conservación Osa (ACOSA). INBio, Costa Rica. 496 p.
- Kasuya, T. 1976. Reconsideration of life history parameters of the spotted and striped dolphins based on cemental layers. Whales Research Institute, Scientific Reports, Tokyo. 28: 73-106.
- Leis, J. M. 1991. The pelagic stage of reef fishes: the larval biology of coral reef fishes, p. 183-230. In P.F. Sale (ed) The ecology of fishes on coral reefs. Academic Press, San Diego.

- Lusseau, D. 2003. How do tour boats affect the behavioral state of bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.)? Applying Markov chain modelling to the field study of behavior. *Conserv. Biol.* 17: 1785-1793.
- May-Collado, L. J. 2001. Ecología y comportamiento del delfín manchado costero (*Stenella attenuata graffmani*) del Pacífico Norte de Costa Rica. Tesis de Maestría en Biología. Universidad de Costa Rica. 78 p.
- May-Collado, L. J. & J. Forcada. 2001. Abundance, occurrence and behavior of the coastal spotted dolphin (*Stenella attenuata graffmani*) in the northern Pacific of Costa Rica. 14th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Vancouver Nov. 28 - Dec. 2, 2001, p. 175.
- May-Collado, L. J. & Morales Ramírez, A. 2005. Presencia y Patrones de comportamiento del delfín manchado costero, *Stenella attenuata graffmani* (Cetacea: Delphinidae) en el Golfo de Papagayo, Costa Rica. *Rev. Biol.* 53: 265-276.
- May-Collado, L. J., T. Gerrodette, J. Calambokidis, K. Rasmussen & I. Sereg. 2005. Patterns of cetacean sighting distribution in the Pacific Exclusive Economic Zone of Costa Rica based on data collected from 1979-2001. *Rev. Biol. Trop.* 53: 249-263.
- Montero-Cordero A. & L. May-Collado. 2005. Evaluación de la técnica de foto-identificación en el delfín manchado costero, *Stenella attenuata graffmani*. 1^{er} Congreso Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Programa Regional de Manejo y Vida Silvestre, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica Nov. 21-Nov. 25, 2005. p. 52.
- Morales-Ramírez, A. 1996. Checklist of species of copepods of Gulf of Nicoya, Coronado bay and Golfo Dulce, pacific coast of Costa Rica, with comments on their distribution. *Rev. Biol. Trop.* 44:103-114.
- Norris, K. S., W. E. Stuntz & W. Rogers. 1978. The behaviour of porpoises and tuna in the eastern tropical Pacific yellowfin tuna fishery—preliminary studies. National Technical Information Service PB-283 970S:1–86.
- Palacios-Alfaro, J. D. 2007. Presencia y comportamiento de dos especies de delfines en el Pacífico central de Costa Rica. Trabajo de Graduación. Universidad Nacional. 70 p.
- Perrin, W. F. 2001. *Stenella attenuata*. *Mammalian Species* 683:1–8.
- Perrin, W. F. 2002. Pantropical spotted dolphin, *Stenella attenuata*. p. 1414. In W.F. Perrin, B. Würsig, & J.G.M. Thewissen (eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, San Diego.

- Perrin, W. F., & A. A. Hohn. 1994. Pantropical spotted dolphin *Stenella attenuata*, pp. 71–98 *In* S. H. Ridgway & R. Harrison (eds.). Handbook of marine mammals: the first book of dolphins. Academic Press, Londres.
- Pryor, K., & I. K. Shallenberger. 1995. Social structure in spotted dolphins (*Stenella attenuata*) in the tuna purse seine fishery in the eastern tropical Pacific, pp. 135–172 *In* K. Pryor (ed.). On behavior: essays and research. Sunshine Books. North Bend, Washington, D.C.
- Quesada-Alpizar, M. A. & J. Cortés. 2006. Los ecosistemas marinos del Pacífico sur de Costa Rica: estado del conocimiento y perspectivas de manejo. *Rev. Biol. Trop.* 54: 101-145.
- Rasmussen, K., J. Calambokidis & G. Steiger. 2002. Humpback whales and other marine mammals off Costa Rica and surrounding waters, 1996-2002. Report of the Oceanic Society 2001 field season in cooperation with Elderhostel volunteers. Dec. 2001. Olympia, Washington. 21 p.
- Reyes, V., M. Miranda, C. Monge, & F. Salas. 2004. Valoración económica del ecosistema Humedal Nacional Terraba-Sierpe y propuesta de mecanismos para su sostenibilidad, Costa Rica. Informe Final. UICN Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza. 143 p.
- Roger, C. & R. Grandperrin. 1976. Pelagic Food Webs in the Tropical Pacific. *Limnol. Oceanogr.* 21:731-735
- Shane, S. H. 1986. Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: a review. *Mar. Mam. Sci.* 2:34-63
- Shane, S. H. 1990a. Comparison of bottlenose dolphin behavior in Texas and Florida, with a critique of methods for studying dolphin behavior, p. 541-558. *In* S. Leatherwood & R.R. Reeves R. (eds.). The bottlenose dolphin. Academic Press, San Diego.
- Shane, S. H. 1990b. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin at Sanibel Island, Florida, p. 245-265. *In* S. Leatherwood & R. R. Reeves (eds). The bottlenose dolphin. Academic Press, San Diego.
- Scott, M. D. & K. L. Cattanch. 1998. Diel patterns in aggregations of pelagic dolphins and tunas in the eastern Pacific. *Mar. Mammal Sci.* 14: 401-428.
- Wells, R. S., A. B. Irvine & M. D. Scott. 1980. The social ecology of inshore odontocetes, p.263-317. *In* L. M. Herman (ed.). Cetacean Behavior: mechanisms and functions. John Wiley & Sons, Nueva York.
- Wells, R. S., D. J. Boness & G. B. Rathbun. 1999. Behavior, p. 324-422. *In* J. E. Reynolds III & S.A. Rommel (eds.). Biology of Marine Mammals. Smithsonian Institution, Washington D.C.

- Wursig B. & M. Wursig. 1979. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin in the South Atlantic. *Fish. B-NOAA* 77:339-412
- Wursig B. 1986. Delphinid foraging strategies, p.347-359. *In* R. J. Schusterman, J. A. Thomas & F.G. Woods (eds.). *Dolphin cognition and behavior: a comparative approach*. L. Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey.
- Wyrcki, K. 1964. Upwelling in the Costa Rica Dome. U.S. Fishery and Wildlife Service. *Fish. B-NOAA* 63:355-372.
- Wyrcki, K. 1965. Surface currents of the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Inter-Amer. Trop-Amer. Trop. Comm. Bull.* 9:279-304

CUADRO 1

Valores de prueba t pareada para variables ambientales mensuales en Bahía Drake e Isla del Caño durante las épocas secas dentro del periodo 2004-2006

	Visibilidad (m)	Salinidad (UPS)	Temperatura (°C)	Profundidad* (m)
Promedio 2004-2005	13.46 ± 2.42	30.02 ±1.21	28.82 ±0.8	44.47 ± 7.02
Promedio 2005-2006	16.52 ± 4.75	31.14 ± 1.82	29.5 ±0.91	40.95 ± 10.9
<i>t</i>	-1.56	-1.059	-0.41	0.22
p	0.19	0.35	0.70	0.82

*Datos obtenidos a partir de Anónimo (2006)

CUADRO 2

Tamaños promedio y profundidad a las cual se reportaron avistamientos del delfín manchado S. a. graffmani durante distintas épocas secas en localidades vecinas de Bahía Drake (Océano Pacífico)

Localidad	Golfo Papagayo (Pacífico Norte)	Pacífico Central	Golfo Dulce (Pacífico Sur)	Bahía Honda* (Pacífico Sur)	Bahía Drake- Isla Caño (Pacífico Sur)
Tamaño grupal promedio (rango)	11 (1 a 50)	5 (1 a 22)	51 (ND)	12 (1 a 50)	16 ^P (2 a 500)
Profundidad (m) (rango)	ND (20 A 80)	207 (88 A 236)	104.21 (17 a 200)	<50 (Max. 80)	46.3 (4 a187)
Fuente	May-Collado y Morales- Ramírez 2005	Palacios 2007	Cubero- Pardo 1998	García y Dawson 2003	Presente estudio

ND=No Disponible, *Localidad en Panamá, al sur de Costa Rica, p= promedio calculado excluyendo grupos mayores a 100 individuos (5% de los datos).

CUADRO 3

Tamaño promedio del grupo en relación al comportamiento y hora del día de S. attenuata graffmani en Bahía Drake (2004-2006) ¹

	Tamaño promedio ± S.D.	Varianza	C.V.
2004-05 y 2005-06	16.4±12.5	157.6	0.76
Mañana	14.0 ± 9.65	93.2	0.69
Media mañana	17.7±13.8	191.3	0.78
Tarde	18.2 ± 14.2	201.7	0.78
Alimentación	15.1± 11.2	125	0.74
Socialización	16 ± 11.5	131.7	0.71
Desplazamiento	21.1 ±16.5	273.5	0.78
Reposo	22.5±17.5	305.14	0.78
Merodeo	11.67 ±6.2	38.5	0.53

¹ Se excluyeron valores extremos (grupo mayores a 100 individuos) los cuales representaron 5% de los grupos observados

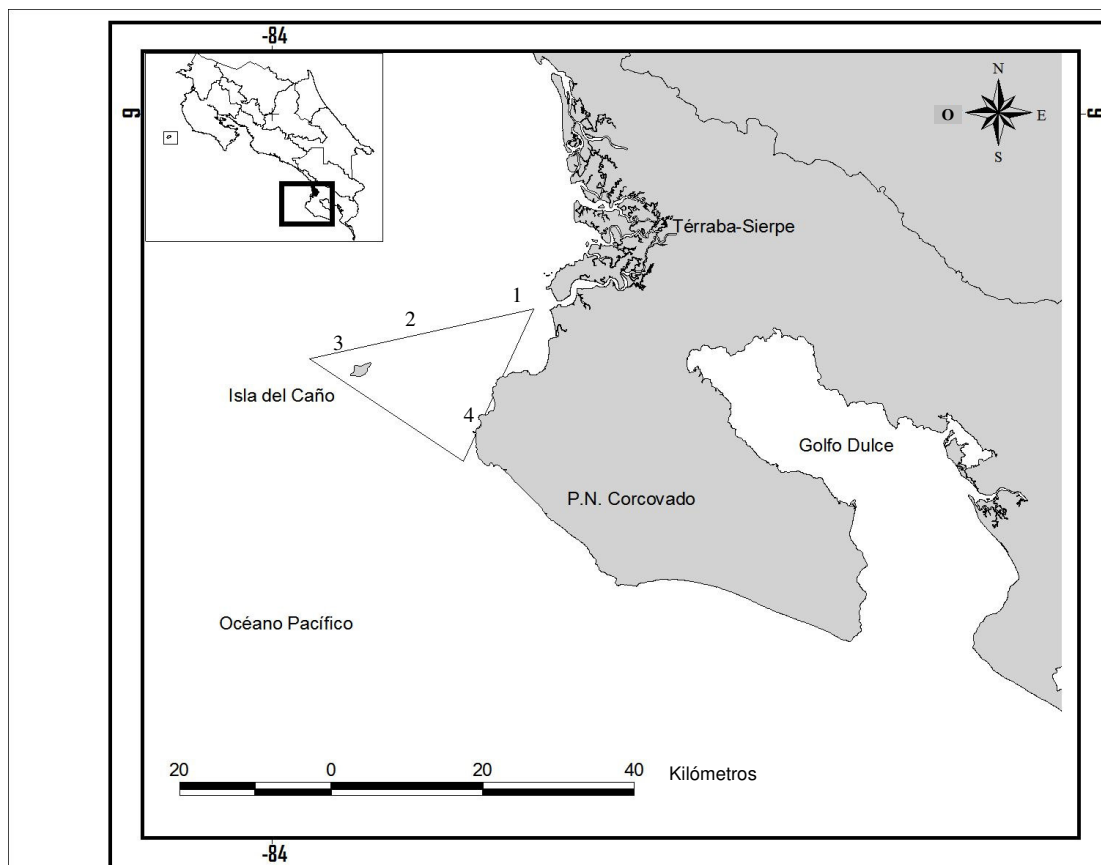


Fig. 1. Mapa de la zona de muestreo y sus transectos (líneas del triángulo unidas por Punta Sierpe, Reserva Biológica Isla del Caño y Punta Llorona) recorridos durante las épocas secas dentro del periodo 2004-2006, Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica. (Estaciones: 1= Sierpe, 2= Paraíso, 3= Bajo del Diablo y 4=Punta Llorona).

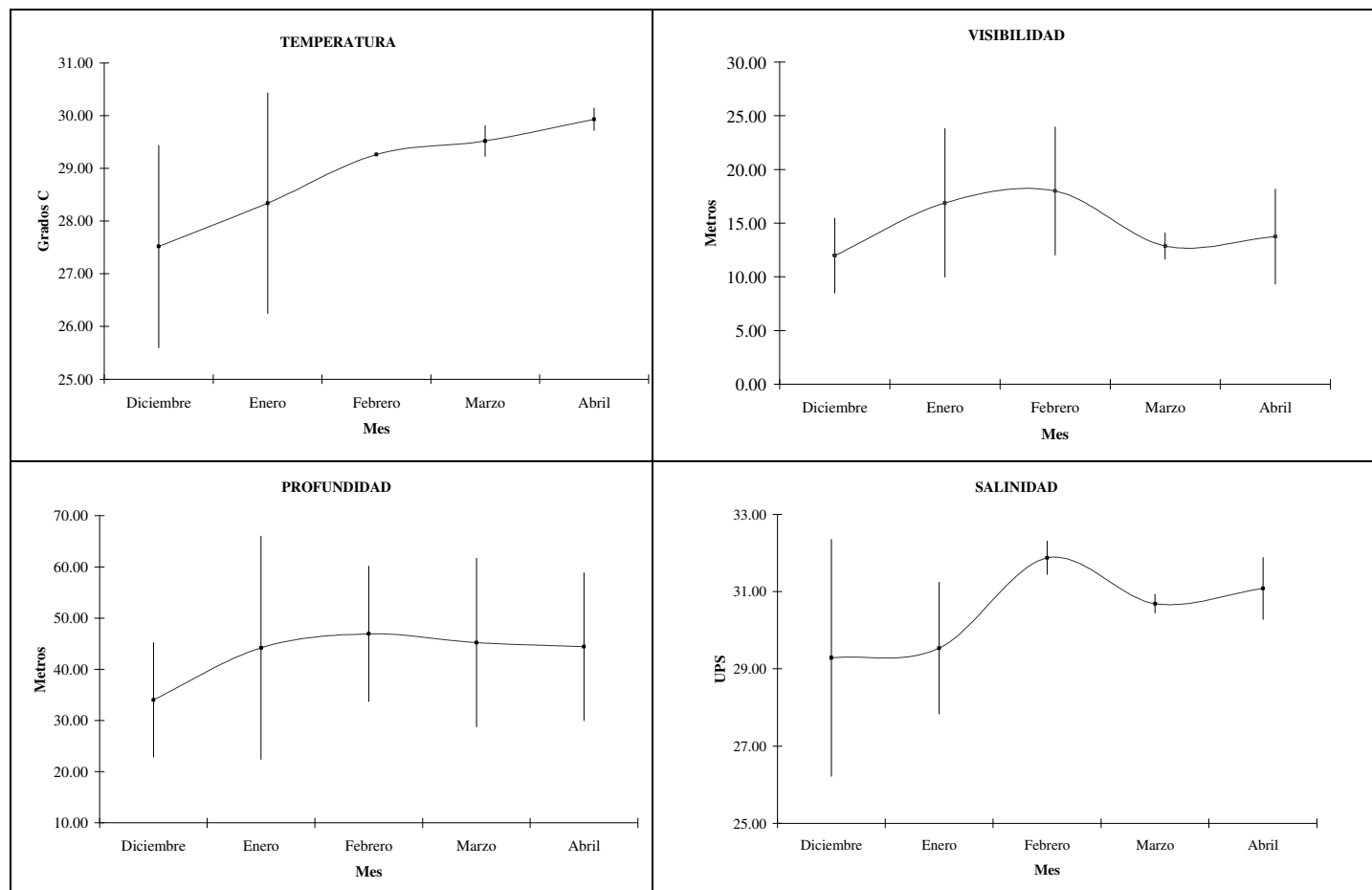


Fig. 2. Valores mensuales de variables ambientales (promedios \pm desviación estándar) durante las épocas secas dentro del periodo 2004-2006, Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica. Temperatura ($^{\circ}$ C), Visibilidad (metros), Salinidad (UPS) y profundidad (metros).

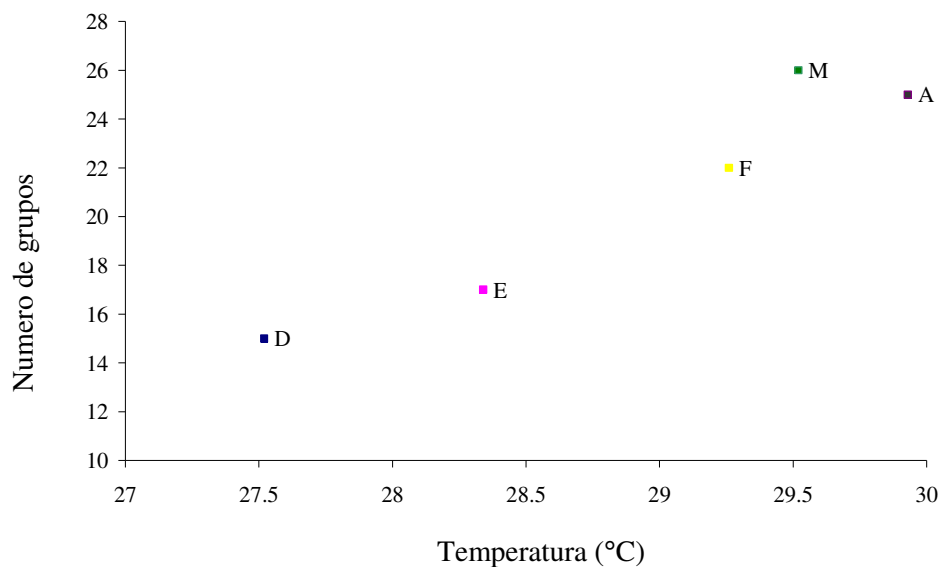


Fig. 3. Frecuencia de grupos avistados de *S. a. graffmani* con relación a la promedios de temperatura mensual durante las épocas secas dentro del periodo 2004-2006, Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica. (D=Diciembre, E=Enero, F=Febrero, M=Marzo, A=Abril).

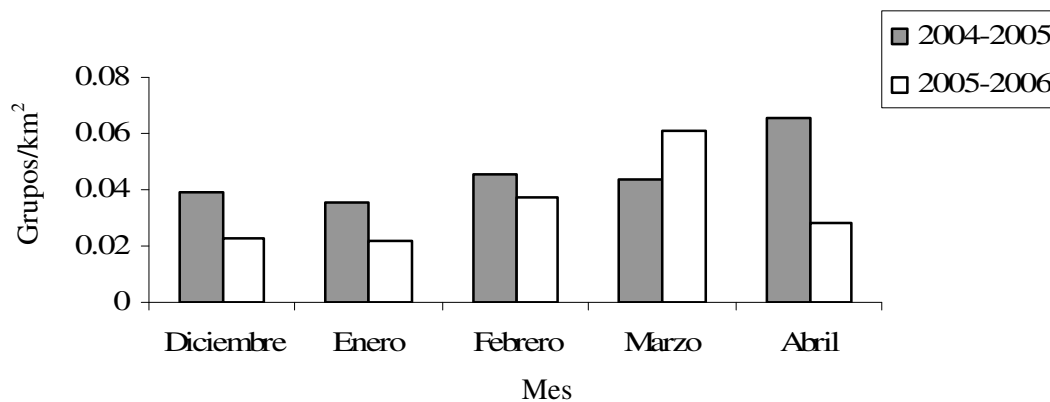


Fig. 4. Densidad relativa mensual de grupos de *S. a. graffmani* según el área recorrida durante las épocas secas dentro del periodo 2004-2006, Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica.

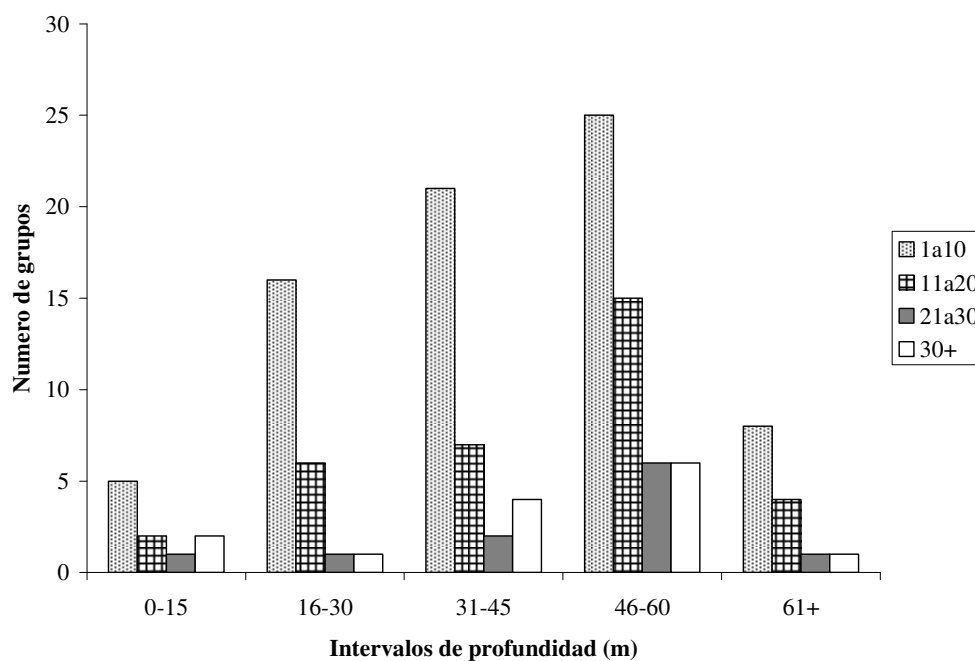


Fig. 5. Distribución de frecuencia de grupos encontrados en distintos intervalos de profundidad (m), según de categoría de tamaño para el delfín manchado costero (*S. a. graffmani*) durante las épocas secas 2004-2006 en Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica.

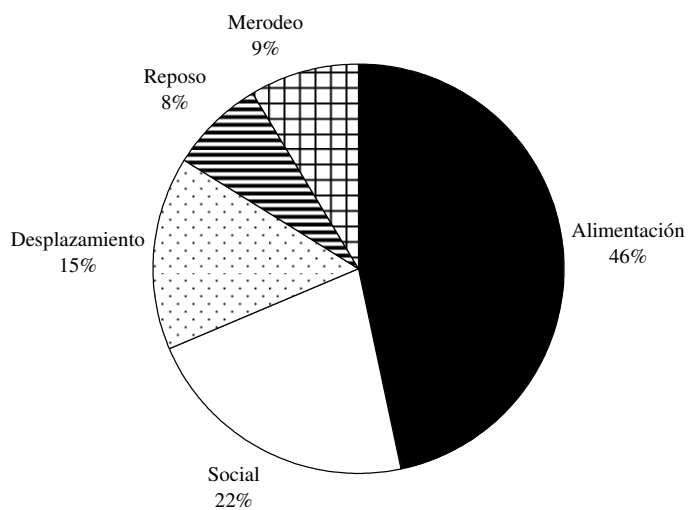


Fig. 6. Distribución de comportamientos de *S.a. graffmani* durante las épocas secas dentro del periodo 2004-2006, Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica.

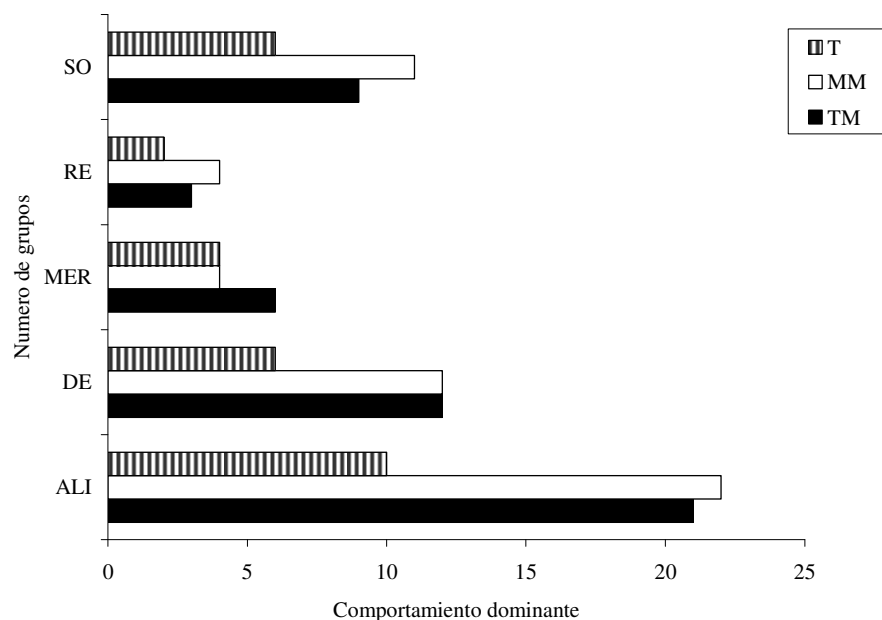


Fig. 7. Frecuencia relativa de grupos de *S.a. graffmani* según el comportamiento dominante, durante tres periodos del día en las épocas secas dentro del periodo 2004-2006, Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica (TM=temprano en la mañana, MM=media mañana, T=tarde, ALI=Alimentación, SO=Socialización, DE=Desplazamiento, RE=Reposo y MER=Merodeo).

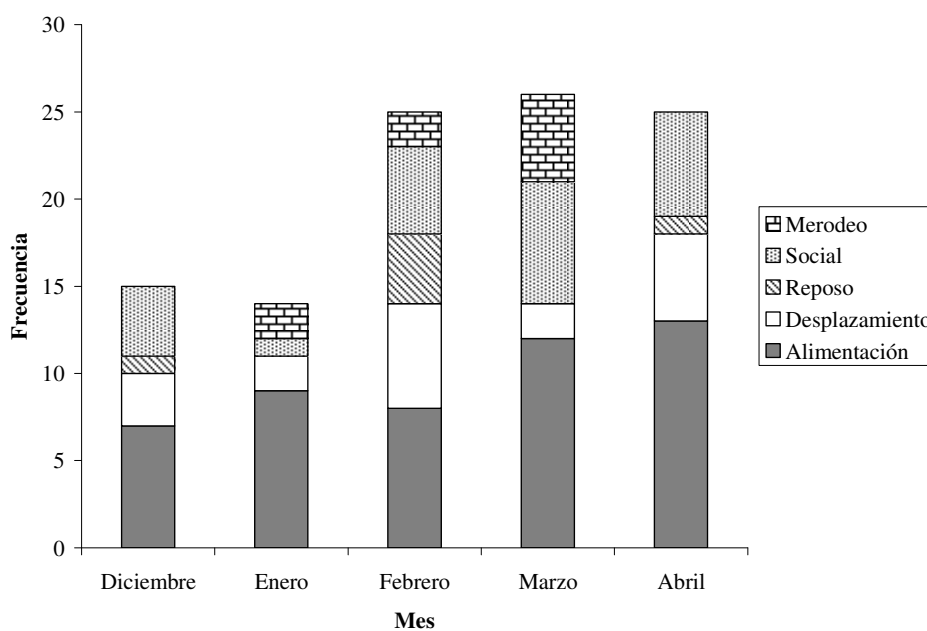


Fig. 8. Frecuencia de comportamientos dominantes por avistamiento de *S. a. graffmani* según el mes durante las épocas secas dentro del periodo 2004-2006, Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica.

ANEXOS

ANEXO I

Cada mes=3-4 días de muestreo

Valor diario: 1 medida/estación

Valor mensual por estación: Promedio de 3-4 valores por estación

Promedio de temperatura al mes= Promedio de valores mensuales de las 4 estaciones del área de muestreo (2004-2005 y 2005-2006).

ANEXO II

Presencia del comportamiento X=1

Ausencia del comportamiento X=0

Cálculo de los observados=Sumatoria de presencia del comportamiento X en cada periodo

Periodo	Observado X
TM	1
MM	8
T	7
Frecuencia total de presencia	16

Periodo	Avistamientos por periodo	Proporción avistamientos por periodo (factor de corrección)
TM	40	40/105
MM	40	40/105
T	25	25/105
Total de avistamientos	105	

Cálculo de los valores esperados corregidos= Frecuencia total de presencia* Proporción avistamientos por periodo (factor de corrección).

Periodo	Esperado X sin corrección	Esperado X corregido
TM	5.33	6.1
MM	5.33	6.1
T	5.33	3.81

No corregido: ($\chi^2 = 5.38$, gl = 2, p=0.068)

Corregido según la proporción de muestras por periodo: ($\chi^2 = 7.53$, gl = 2, p=0.023)

En el χ^2 sin corrección, se aceptaría la Ho por asumir que las proporciones de probabilidad son las mismas.

CAPITULO II

Efecto de embarcaciones turísticas sobre el comportamiento del delfín manchado, *Stenella attenuata* en Bahía Drake e Isla del Caño: evaluación biológica y socioeconómica de la observación turística de cetáceos.

RESUMEN

Pese al incremento exponencial de la actividad para la observación comercial de cetáceos en Costa Rica, poco se conoce sobre el impacto socioeconómico y biológico de esta actividad en las poblaciones residentes de cetáceos costeros del país. Hasta el día de hoy, los únicos datos socioeconómicos publicados, provienen de un estudio de hace 9 años. A nivel mundial esta actividad ha traído grandes beneficios económicos a las comunidades donde se practica y en algunos casos, ha jugado un papel importante en conservación de estos mamíferos. Sin embargo, esta actividad practicada de forma intensa puede afectar considerablemente los animales, ya que el éxito de la misma depende del seguimiento por largos periodos de tiempo de cetáceos. Este estudio se realizó durante las épocas secas 2004-2005 y 2005-2006, para determinar los aspectos socioeconómicos y biológicos relacionados con esta actividad en dos de las áreas donde la observación es practicada intensamente en el país, Bahía Drake e Isla del Caño. Se siguieron tres transectos en banda dentro de un área de alto tráfico de botes, en donde se estudió al delfín manchado, a través de muestreo instantáneo, cada dos minutos. Se completaron 66 encuestas por administradores de negocios turísticos, guías y capitanes. De los 22 negocios entrevistados, 19 ofrecen el servicio de observación de cetáceos, de los que se estima una ganancia mínima de \$600,000 al año en esta comunidad. La densidad de avistamientos con botes de turismo presentes fue mayor a 3 km de la isla en comparación a la densidad promedio en el área de estudio. Los delfines reaccionaron de forma negativa ante aquellas embarcaciones que no siguieron al menos una de las regulaciones de manejo de bote en el Decreto Ejecutivo 32495 (2005). Además, un análisis GENMOD mostró que los comportamientos de alimentación y reposo en el delfín manchado tienen una razón de

ventaja menor en presencia de botes de turismo. Los comportamientos de alimentación y reposo son sumamente importantes y los botes mal manejados podrían causar que el delfín manchado evada esta zona si continúan estas fallas. Debido a la falta de recursos económicos y de personal por parte de instituciones estatales en Costa Rica, el control del cumplimiento del Decreto Ejecutivo 32495 (2005) podría ser más eficiente con un control “desde abajo”, en donde representantes de la comunidad controlen sus propios recursos.

PALABRAS CLAVE: OBERVACION DE CETACEOS, MANEJO, DELFIN MANCHADO, COMPORTAMIENTO, TURISMO, REGULACION

INTRODUCCIÓN

La observación de delfines y ballenas es definida por la Comisión Ballenera Internacional (CBI) como “cualquier iniciativa comercial que ofrece al público la observación de cetáceos en su hábitat natural” (IWC, 1994). Esta actividad se ha convertido en uno de los mercados turísticos con mayor crecimiento en el mundo (Garrod y Wilson, 2003). Actualmente se ofrece en aproximadamente 500 comunidades alrededor del mundo y la estimación más reciente reporta a nivel mundial un valor de al menos 1000 millones de dólares para esta actividad y nueve millones de personas pagando este servicio anualmente (Hoyt, 2001; Samuels *et al.* 2003). En Centroamérica, la actividad creció a una tasa anual de 47.4 %, entre 1994 y 1998, el segundo crecimiento más rápido en la actividad de observación de cetáceos a nivel mundial (Hoyt, 2001).

Debido a que un 72% de la actividad de observación de cetáceos se realiza desde botes (Hoyt y Hyenegaard 2002), un crecimiento acelerado de una actividad turística como esta, está inevitablemente acompañado por un incremento en el tráfico de botes, que a su vez está asociado con una variedad de impactos tanto económicos en las comunidades, como biológicos en los animales involucrados (Luck, 2003). La observación de delfines y ballenas, a pesar de considerarse uso no-extractivo de cetáceos (e.g. IWC, 1994), puede tener impactos negativos en el comportamiento y la salud de las poblaciones de estos mamíferos a nivel general (e.g. Blane y Jaakson, 1994; Corkeron, 1995; Bejder *et al.*, 1999; Constantine, 2001;

Constantine *et al.*, 2004, Bejder *et al.*, 2006). Por esta razón, la CBI (1995) y el Fondo Internacional para la Protección de los Animales y su Hábitat (IFAW, 1995) reconocen hoy día esta actividad como potencialmente perjudicial para cetáceos.

En Costa Rica la actividad para la observación comercial de cetáceos inicia en el año 1990, dirigida principalmente a la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*). Pese al potencial del área para esta actividad, la misma se mantuvo baja hasta 1998 (Hoyt, 2001). No es sino hasta después de esta fecha que se da una expansión de hoteles y actividades turísticas (incluyendo la observación de cetáceos) en Bahía Drake (Rasmussen *et al.* 2002). Sin embargo, la estacionalidad climática marcada de esta zona, ha llevado a que la actividad se intensifique durante la época seca, debido a condiciones climáticas favorables. Hoy día se reconoce la presencia de 11 especies diferentes de cetáceos en Bahía Drake (Rasmussen *et al.*, 2002; May-Collado *et al.*, 2005), algunas consideradas “blancos” indiscutibles de esta actividad, debido a su comportamiento predecible y su cercanía a la costa, como es el caso del delfín más común de la zona, el delfín manchado pantropical (*Stenella attenuata*).

Pese al crecimiento de la actividad en el Pacífico sur de Costa Rica, poco se conoce sobre los beneficios socioeconómicos de esta a nivel local. Los únicos datos socioeconómicos publicados, provienen de un único estudio en 1998 (Hoyt, 2001). Luego de estos datos preliminares, no ha existido otra investigación que determine la tasa de crecimiento económico en los últimos 10 años. Además, la actividad en la zona es solo realizada desde botes lo que ha incrementado considerablemente el tráfico de botes en la este lugar. Cubero-Pardo *et al.* (2004), presentan un trabajo corto que indica de forma preliminar los posibles efectos negativos de la actividad en el país. En ese trabajo se enfatiza que la falta de entrenamiento en el acercamiento y seguimiento de cetáceos por parte de los operadores pueden causar situaciones constantes de estrés en las especies observadas. Con el fin de regular la actividad en el país, en julio del año 2005 se aprobó el Decreto Ejecutivo 32495 (2005), titulado “*Reglamento para regular observación de ballenas y delfines*”. El decreto describe ciertas regulaciones que podrían evitar abusos de esta práctica y está vigente desde enero del 2006.

Hasta el momento, ningún estudio con cetáceos en el área, ha determinado el beneficio económico de la actividad en la zona, ni el efecto de los botes para la observación comercial de cetáceos en el comportamiento de las especies que hoy en día son blanco de esta actividad. El objetivo principal de este estudio es proveer los primeros datos de ganancia socioeconómica de la actividad en Bahía Drake y determinar el efecto de los botes turísticos a través de la comparación del comportamiento de los delfines manchados ante la presencia de estos con la embarcación de investigación (control). Los objetivos específicos de esta investigación son: (1) caracterizar los negocios turísticos que practican la observación de cetáceos en Bahía Drake; (2) estimar los ingresos económicos directos anuales ganados en esta zona a través de la observación de cetáceos; (3) evaluar el alcance inicial de la regulación para observar cetáceos en Costa Rica y (4) determinar si existe un impacto de la actividad turística sobre el comportamiento de los delfines manchados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

La Bahía Drake se localiza en el Pacífico Sur de Costa Rica. El área total de muestreo siguió un triángulo que delimita un área de aproximadamente 260 km² (Figura 1) desde Punta Sierpe (8° 45. 995' N, 83° 38. 947' O) hasta Punta Llorona (8° 38.470' N, 83° 43.542'O) en la Península de Osa, incluida la Isla de Caño (8° 71.091' N, 83° 88.631'O).

El área de estudio colinda en la parte norte con la desembocadura del Manglar Térraba-Sierpe, clasificado como Humedal RAMSAR (Reyes *et. al.* 2004) y al sur con el Parque Nacional Corcovado. El área marina dentro de esta área alberga arrecifes rocosos y coralinos, además de encontrarse a 15 km de la Reserva Biológica Isla del Caño, cuyos arrecifes coralinos exhiben una alta diversidad (Guzmán y Cortés 1989).

El Pacífico sur de Costa Rica se caracteriza por su clima lluvioso y por tener una época seca poco pronunciada que va de diciembre a abril y durante la cual se registran las máximas temperaturas ambientales (Kappelle *et al.* 2002). Durante esta época, aumentan las visitas de turistas en la Bahía Drake, atraídos por los atractivos naturales vecinos, como la Isla del Caño

y el Parque Nacional Corcovado. En la Isla del Caño los arrecifes y comunidades coralinas son un importante atractivo turístico y fuente de ingresos económicos (Quesada-Alpizar y Cortés, 2006).

Método de muestreo

Debido a que las excursiones turísticas son más frecuentes durante la época seca, se realizaron muestreos sistemáticos durante dos épocas secas: (Diciembre 2004-Abril 2005) y (Diciembre 2005-Abril 2006), para un total de 10 meses. En cada salida se siguieron tres transectos en banda, recorridos en su totalidad en un promedio de ocho horas diarias. El bote mantuvo una velocidad promedio de 23 km/h. Los transectos, de longitud variable (27, 20 y 17 km) y de 1000 m de ancho (500 m a cada lado del transecto, Fig. 1), se recorrieron durante tres o cuatro días cada mes; esta ruta permitió un esfuerzo espacial homogéneo. El recorrido del área se realizó de forma continua a través del día, de 6:00 a.m. a 3:00 p.m.

Se utilizó una lancha de 7 m de largo, con un motor fuera de borda de 4 tiempos. El bote de investigación fue manejado cuidadosamente, siguiendo las recomendaciones de Constantine *et al.* (2004) y lo establecido por el Decreto Ejecutivo 32495 (2005) para botes de investigación, con la intención de tener un impacto mínimo en el comportamiento natural de cada grupo observado. Algunas de estas recomendaciones son: (1) manejar el bote a la misma velocidad del grupo focal y de forma paralela, (2) si el grupo se encuentra en comportamiento estacionario o movimiento lento, el bote se pondrá en la marcha “neutro” o será apagado, y (3) no se harán cambios bruscos de velocidad. A pesar de las medidas precautorias tomadas, la presencia del bote de investigación fue considerada como factor potencial de impacto.

Una vez detectado un grupo de delfines, el bote se colocó de forma paralela a este y se procedió a seguir al grupo con una velocidad constante o a apagar el bote completamente para observarlo. Se registraron datos sobre: el número de botes turísticos presentes, tipo de motor (caballaje y tiempos), tipo de tour, hora del día, tamaño del grupo y comportamiento general del grupo. Además, la posición geográfica fue tomada con un GPS Garmin (GPSmap 76S); la distancia entre los delfines y botes circundantes y el tipo de motor de las embarcaciones

cercanas (< 300 m), fueron registrados con ayuda de un distanciómetro (*Range finder* Bushnell).

Para efectos de análisis, las observaciones fueron divididas en “observaciones control” cuando sólo estuvo presente el bote de investigación y “observaciones turismo” cuando, además del bote de investigación, estuvo presente en un radio de 300 m otro(s) bote(s) observando a los delfines.

Análisis socio-económico

Se realizó una encuesta con preguntas selectivas: algunas contestadas exclusivamente por encargados de tour operadores, incluidos negocios de hospedaje y transporte acuático en la zona, las otras completadas solamente por capitanes (boteros) y guías turísticos. Las entrevistas se ejecutaron personalmente siguiendo un cuestionario estructurado, detallado en el Anexo I. Lo anterior se hizo con el fin de elaborar una base de datos que permita estimar el número de embarcaciones utilizadas para esta opción turística y la frecuencia de estas excursiones.

Los operadores proporcionaron el número de salidas promedio por semana, en donde especificaron la variación de frecuencia según la época del año (seca y lluviosa), en caso de que se dieran tales variaciones. Además, la entrevista permitió coleccionar información acerca del precio del tour por persona en dólares estadounidenses (según la época) y el promedio de turistas por semana que realizan estos tours (según la época), según las preguntas 7-10 del Anexo I.

Comportamiento

Los comportamientos de los delfines manchados fueron determinados mediante el método de muestreo instantáneo descrito por Altmann (1974), donde se anota la actividad dominante, es decir, la que realiza la mayoría de los miembros en el grupo. En este caso, cada barrido (“escaneo”) fue de dos minutos, es decir, se registró la actividad dominante de forma continua a través del avistamiento cada dos minutos. Cada encuentro finalizó al llegar al límite de 40 minutos o hasta perder al grupo de vista, en este momento se continuó con el

recorrido. Un “grupo” fue definido como cualquier número de delfines observado en asociación aparente, moviéndose en la misma dirección y a menudo involucrado en la misma actividad (Wells *et al.*, 1999).

Los comportamientos fueron asignados a una de las cinco categorías detalladas en el Cuadro 1, basadas en observaciones preliminares y adaptaciones de Shane (1990), Lusseau (2003) y May-Collado y Morales-Ramírez (2005).

Cuadro 1

Definición de categorías de comportamiento para grupos de delfines manchados (*S. attenuata*) durante las épocas secas del 2004-2006 en Bahía Drake e Isla del Caño Costa Rica.

Desplazamiento (DE)	Individuos moviéndose más rápido que la velocidad neutra del bote de observación, con dirección constante. Nado con intervalos de buceo relativamente constantes. El espaciamiento entre individuos es variable
Reposo (RE)	Individuos moviéndose más lento que la velocidad neutra del bote de observación, con dirección constante. Nado con intervalos cortos de buceo (<1 minuto), relativamente constantes y sincronizados. Los individuos se agrupan de forma compacta
Merodeo (ME)	Individuos saliendo a la superficie de cara a distintas direcciones. No hay movimiento neto. El grupo como un todo puede cambiar constantemente de dirección. Intervalos de buceo variables pero cortos. El espaciamiento entre individuos varía.
Buceo (BU)	Individuos bucean de forma sincronizada por intervalos de tiempo mayores a los observados previamente al inicio de la observación. Generalmente se presenta como una potencial respuesta evasiva del grupo. La dirección de movimientos varía.
Alimentación (ALI)	<p>1. Búsqueda: Individuos bucean de forma sincronizada por intervalos de tiempo aproximados a 2 min. Se observan buceos verticales con arqueos dorsales en la superficie que terminan con exposición de la aleta caudal. Frecuentemente los buceos se realizan en un punto concéntrico común. El espaciamiento grupal y la dirección de movimientos varían.</p> <p>2. Individuos consumiendo la presa. Lo anterior es evidenciado por persecuciones superficiales y natación rápida circular (sin perseguir a otro delfín). Este comportamiento abarca los siguientes eventos: acorralamiento, comportamiento aéreo y captura de presa.</p>
Socialización (SO)	<p>1. Interacción con embarcaciones: Los animales se acercan voluntariamente al bote y nadan en la proa o inspeccionan el bote.</p> <p>2. Interacciones entre miembros del grupo o entre grupos manifestadas en persecuciones, roces, contacto sexual, interacción madre-cría y comportamiento aéreo.</p>

Con base en los artículos 13 y 16 del Decreto Ejecutivo 32495 (2005), el manejo de las embarcaciones observadas al realizar la actividad de observación de cetáceos fue categorizado como "Correcto" cuando se acataron todas las regulaciones del Cuadro 2. La categoría de "Incorrecto" fue asignada cuando al menos una de estas regulaciones no fue acatada. Además, las reacciones fueron clasificadas según los comportamientos documentados previamente como signos de reacción al estrés en presencia de embarcaciones para distintas especies de cetáceos (Baker y Herman, 1989; Kruse, 1991; Blane y Jackson, 1994; Corkeron, 1995; Constantine y Baker, 1997; Berggren, 2001; Nowacek *et al.*, 2001; Richter *et al.*, 2001; Williams, *et al.*, 2002) de la siguiente forma: evasión de la embarcación (alejamiento), cambio de comportamiento, aumento en el tiempo de buceo, coletazos superficiales, cambio de dirección y aumento de velocidad.

Cuadro 2

Artículos del Decreto Ejecutivo 32495 (2005), utilizados para definir manejo Correcto e Incorrecto de embarcaciones turísticas que observaron delfines manchados (*S. attenuata*) durante las épocas secas del 2004-2006 en Bahía Drake e Isla del Caño Costa Rica.

Artículo
13.1. No acercarse a los delfines a menos de 50 metros de distancia del animal más cercano, con el motor encendido y a partir de ahí a menos de 30 metros, con el motor apagado. En el caso de ballenas y cetáceos mayores a 5 metros, no acercarse a menos de 100 metros.
13. 2. No acercarse a menos de 100 metros de delfines y a menos de 200 metros de ballenas y cetáceos mayores de 5 metros, cuando éstos se encuentren en actividades de alimentación o socialización.
13.4. No permanecer con cualquier grupo de cetáceos por más de 30 minutos aunque se respeten las distancias indicadas.
13.5. Si se trata de un solo individuo o de una madre con cría, no exceder el tiempo de 15 minutos y ubicarse a menos de una distancia de 100 metros de delfines ó 150 metros de cetáceos de mayores a 5 metros de longitud.

13.6. No interrumpir el curso de los cetáceos dividiéndolos o dispersándolos cuando nadan en grupo.
13.7. No dar algún tipo de alimento a cualquier especie de cetáceo.
13.8. No generar ruidos excesivos, como música, percusión de cualquier tipo, incluido ruidos excesivos generados por el motor, a menos de 100 metros de cualquier cetáceo.
13.11. No vaciar cualquier tipo de desecho, sustancia o material en áreas de observación y conservación de cetáceos, teniendo en cuenta las demás regulaciones sobre disposición de desechos en el mar.
16.1. El acercamiento para la observación de los cetáceos en tránsito debe ser en línea diagonal por la parte lateral posterior. Las embarcaciones deberán avanzar en forma paralela al curso de desplazamiento de los cetáceos.
16.2. Si observa cetáceos, la embarcación se deberá desplazar en todo momento a menor velocidad que el animal más lento del grupo observado.
16.3. Abandonar el lugar a baja velocidad cuando los cetáceos manifiesten señales de alteración.
16. 4. Solo podrán permanecer un número máximo de dos embarcaciones en torno a un mismo grupo de cetáceos. Cualquier otra embarcación deberá mantener una distancia de 200 metros de las primeras embarcaciones.
16.5. Cuando sea sólo un individuo o una madre con cría no podrá acercarse a una distancia menor de 100 metros.
16.6. No se deben realizar actividades de posesión, pesca, buceo o natación, esquí acuático, “jet-ski” o motos acuáticas, “wind-surf”, remos, canoas o kayaks en presencia de cetáceos

Análisis estadístico

Los resultados socio-económicos de las encuestas fueron analizados con ayuda del programa SPSS, versión 10 para Windows. Además, se utilizaron aproximaciones de Chi cuadrado (χ^2), con el programa PAST versión 1.67b (Hammer *et al.*, 2001), para comparar frecuencias de distintas categorías de comportamiento, el α escogido fue de < 0.05 .

Para realizar el cálculo de cifras económicas, se tomaron en cuenta solamente los negocios del área que ofrecen los tours de forma directa para evitar sobreestimar cifras ($n=16$). Se multiplicaron 4 semanas por 5 meses tanto para la época seca como para la lluviosa (debido a que los negocios cierran los meses de octubre y noviembre), para un total de 20 semanas por época:

Para cada negocio fue estimado:

1. Época seca:

Precio tour/persona*Número de turistas promedio/semana*20 semanas = X

2. Época lluviosa:

Precio tour/persona*Número de turistas promedio/semana*20 semanas = Y

3. Sumatoria de X y $Y = Z_1$

4. Sumatorias de $Z_{1...i}$, para cada negocio, para un valor ponderado total, estimado para el área.

Se utilizó el programa ArcView GIS 3.3, (ESRI, 1998) extensión *Animal Movement*, (Hooge y Eichenlaub 1997), análisis de *Cálculo de método Simple*, para estimar la densidad de botes de turismo en el área de estudio. Este método calcula la densidad sumando el valor de cada punto (todos de valor =1) encontrado en el radio de búsqueda y lo divide entre el área del círculo en unidades de área (km^2). El radio de búsqueda especificado para cada círculo fue de 2km.

Para comparar la relación entre el número y tipo de botes presentes y el comportamiento observado en el grupo, se utilizó un Modelo Linear Generalizado (GLM) de respuesta binomial para cada comportamiento (SAS Institute 2000, Procedimiento GENMOD con corrección para mediciones repetidas). Lo anterior permite evaluar como la probabilidad de observar a un grupo en determinado comportamiento varia según el tipo de botes presentes y según el tamaño del grupo. La *función de enlace* (link) fue una función *logit* compatible para

respuestas binomiales. El modelo incluyó una variable categórica como predictor de la presencia de cada comportamiento: el tipo de botes presentes (control o control+turismo).

El Procedimiento GENMOD genera una regresión logística para respuestas correlacionadas a través del método de Estimación Generalizada de Ecuaciones (GEE). El modelo de regresión logística se explica por la ecuación:

$$p(x) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2}}$$

Donde β_0 , β_1 y β_2 son parámetros que deben estimarse. Esta ecuación permite ver que el modelo siempre predecirá valores $p(x)$'s- en el ámbito del 0 al 1, sin importar cuáles sean los coeficientes de regresión o la magnitud de los valores X. Por lo anterior, $p(x)$ se transforma para que el modelo logístico se asemeje a un modelo lineal (cuyo ámbito va de $-\infty$ a $+\infty$) de la siguiente forma:

1. Se calculan los *odds* (oportunidades) de que un evento pueda ocurrir (e.g. $y_i=1$ ó que un comportamiento determinado esté presente), el cual es la probabilidad de que un evento ocurra relativo a su opuesto (probabilidad de que no ocurra):

$$\frac{p(x)}{1 - p(x)}$$

Por ejemplo:

1. Probabilidad de que el comportamiento Z ocurra en presencia de botes control, $p=0.75$

$$\text{Odds (oportunidad)} = \frac{0.75}{1 - 0.75} = 3:1$$

2. Probabilidad de que el comportamiento Z ocurra en presencia de botes turismo, $p=0.25$

$$\text{Odds (oportunidad)} = \frac{0.25}{1 - 0.25} = 1:2$$

3. Si la oportunidad es de 3:1 en un caso y de 1:2 en otro ($p=0.333$), entonces la **razón de ventaja** para esos dos casos es 6:1

$$\frac{3/1}{1/2} = 6$$

2. Si el *Odds ratio* (Razón de ventaja) es mayor a 1, entonces la probabilidad de que $y_i=1$ es mayor a la probabilidad de que $y_i=0$. Luego se toma el logaritmo natural del *odds* de que $y_i=1$:

$$\ln = \left[\frac{p(x)}{1 - p(x)} \right]$$

Esta es la transformación logística o *función logit*, que será denominada $g(x)$, y posteriormente será igualada a la ecuación de un GLM. El Modelo de Regresión Logística es un GLM compuesto de 3 componentes:

1. Aleatorio: Variable respuesta y la distribución binomial de su probabilidad (Y)

En este estudio, Y= cada uno de los cinco comportamientos.

La autocorrelación inicial por medidas repetidas en el tiempo (periodos de dos minutos de observación dentro de un avistamiento) se ha corregido (aleatorizado) por parametrización de efectos incrementales. Además, se especificó como “medida repetida” todo escaneo perteneciente al mismo avistamiento dentro del modelo.

2. Sistemático: Predictores en el modelo ($X_1, X_2 \dots X_i$):

En este estudio, X_1 = tipo de botes

3. Función de enlace: Enlaza el valor esperado de Y con las variables predictoras X_1 y X_2 , a través de la igualdad de funciones:

$$g(x) = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

Donde $g(x)$ es la función de enlace *logit* y β_0 , β_1 y β_2 son parámetros que deben estimarse.

La función link en este caso, $g(x)$, puede ahora modelarse contra nuestros predictores:

$$g(x) = \beta_0 + \beta_1(\text{tipo de botes})$$

En este modelo, $g(x)$ es el *ln* (“logit”) de los *odds* de que el Comportamiento “Z” esté presente relativo a que esté ausente, donde Z_1 = Alimentación, Z_2 = Socialización, Z_3 = Reposo, Z_4 = Buceos, Z_5 = Desplazamiento ó Z_6 = Merodeo.

Las hipótesis nulas (*Ho*'s) en estos modelos múltiples de regresión logística establecen que no hay relación entre la respuesta binaria de cada comportamiento y las variables predictoras:

$$H_{01}: \beta_1=0$$

El criterio de rechazo de cada *Ho* fue basado en la estimación de la razón de ventaja de cada coeficiente de regresión con base en Límites de Confianza de Wald al 95%.

RESULTADOS

Operadores turísticos, regulación y beneficios económicos de la actividad

Se observaron 15 operadoras de turismo practicando la actividad de observación de cetáceos con diferentes especies, tal y como se detalla en la Figura 2. Este número observado en el campo de operadoras (n=15) representa un buen estimado del número real de operadoras que ejercen la actividad directamente (n=16), según la encuesta. Se registraron 19

avistamientos de cetáceos en presencia de uno o más botes de turismo, en donde el 58% de la veces, la especie observada fue el delfín manchado (*Stenella attenuata*) seguida por la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) un 32%, el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) un 11% y la falsa orca (*Pseudorca crassidens*) un 5% de las veces.

Se colectó información socio-económica a partir de 66 entrevistas completadas por dueños o administradores de hoteles y operadores turísticos, guías turísticos y capitanes pertenecientes, a 22 negocios dentro de Bahía Drake. Diecinueve negocios ofrecen tours de Observación de cetáceos, de los cuales 84% son operados por sus dueños.

Existen 67 botes que se desplazan en la zona de Bahía Drake e Isla del Caño (Anexo II), un promedio de tres embarcaciones por negocio. Lo anterior sin tomar en cuenta los visitantes externos, provenientes de Sierpe y Ballena, embarcaciones de pesca artesanal y camareros del Pacífico central, todos frecuentemente observados en este estudio. Estas embarcaciones cuentan con caballajes desde 15 a 1600 hp, en donde el 39% de los botes tiene un caballaje entre 50-100hp y 33% de los botes entre 105-155hp, lo que convierte en mayoritarias a estas dos categorías ($\chi^2=5.4$, g.l.=4, p=0.02, Figura 3). Por último, un 66% de las embarcaciones en la zona cuentan con motores de 4 tiempos.

El 76% de los negocios afirmaron utilizar uno o más botes para salir a Sierpe al menos una vez por semana durante la época seca. Lo anterior significa que al menos 17 botes salen cada semana a Sierpe entre diciembre y abril. Los botes se usan con similares intensidades para realizar tours de “esnorquel” y buceo, a Sierpe, al Parque Nacional Corcovado y a la Isla del Caño (Figura 4). Es importante aclarar que estas frecuencias reflejan la intensidad de uso de botes dado por cada administrador en su negocio, más no la frecuencia del servicio en si, ya que algunos redirigen sus tours a otras operadoras, como se mencionó anteriormente. Además, los tours de esnorquel y buceo llevan a sus turistas a la Isla, pero los de la Isla, no necesariamente involucran a personas en actividades de buceo o esnorquel, lo anterior fue tomado en cuenta al analizar los datos de la encuesta.

El 100% de los guías (n=19) y capitanes (n=25) entrevistados afirmaron que si de camino a otros tours distintos a los de observación de cetáceos veían delfines o ballenas, se acercaban a verlos de forma oportuna. En estos casos, el tiempo promedio según los

entrevistados es de 17 ± 8.5 minutos. Complementario a esto, las embarcaciones registradas en el campo practicando la actividad de observación de delfines manchados, se distribuyeron de la siguiente manera: 50% embarcaciones en tours de Esnorquel/Buceo, 27% embarcaciones en tours a la Isla del Caño y solamente el 23% fueron embarcaciones envueltas específicamente en tours de observación de de cetáceos.

De los 22 negocios existentes, 10 (45%) iniciaron con el servicio de observación de cetáceos en los últimos tres años. El 77% de los entrevistados considera que esta actividad turística se ha acelerado en los últimos cinco años. Se estimó un total anual de \$600,000 (dólares norteamericanos) como ingreso directo, el cual representa 500% más que el ingreso directo reportado en 1998 para esta actividad en todo el país (Hoyt, 2001). Sin embargo, esta ganancia no esta distribuida de forma equitativa y solamente 3 de las 16 operadoras que ofrecen el servicio de forma directa, disfrutan del 47% de las ganancias totales, mientras los operadores independientes obtiene menos del 6% cada uno (Figura 5). Los negocios involucrados obtienen entre un 60 y un 76% de esta ganancia durante la época seca.

Efecto de la actividad sobre el comportamiento del delfín manchado

Se invirtieron 48 horas de observación de delfines durante las épocas secas 2004-2005 y 2006-2007. El tiempo promedio de encuentro por avistamiento fue de 19 minutos (SD=13.7 min.) y se realizaron un total de 1452 barridos de dos minutos.

Una comparación de las proporciones de comportamiento de delfines entre avistamientos en presencia exclusiva del bote investigación versus avistamientos observados en presencia de una o más embarcaciones turísticas, mostró claras diferencias ($\chi^2=32.93$, g.l.=5, $p<0.001$). Lo anterior sugiere que el bote investigación puede considerarse una plataforma control para contrastar los comportamientos en presencia de botes turísticos. Esto no significa que el bote de investigación *per se* esté libre de impacto sobre los delfines (Nowacek *et al.*, 2001), sino que los cambios evaluados ocurrieron indiferentemente de la presencia del bote de investigación (Constantine *et al.*, 2004) por efecto de los botes de turismo.

Se obtuvieron 1332 muestras ‘control’ (en presencia del bote de investigación) y 120 muestras ‘turismo’ (en presencia de uno o más botes de actividades turísticas). La mediana de acercamiento de los botes turísticos al observar al delfín manchado fue de 50 metros, sin importar el comportamiento que el grupo mostrase al momento de acercarse a verlos.

El 59% de los botes registrados en práctica de la actividad, se observaron entre las 8:30 y 9:30 am. La densidad de avistamientos de “botes turismo” (botes/ km²) fue mayor (0.56) a 3km de la isla en comparación a la densidad promedio (0.007 ±0.004) en el área de estudio (Figura 6). Los grupos mostraron más reacciones negativas ante aquellas embarcaciones que tuvieron un manejo incorrecto (Figura 7, $\chi^2=4.96$, g.l.=1, p=0.026).

Los tipos de reacciones presentadas por los delfines fueron en orden de importancia descendente los siguientes: cambio comportamiento (29%), coletazos superficiales (19%), aumento en el tiempo de buceo (19%), alejamiento (18%), cambio de dirección (11%) y aumento de velocidad (4%). (Figura 8). De estos casos, estuvieron crías presentes solamente en tres ocasiones, en donde las madres dieron coletazos en presencia del bote control. A pesar de que las frecuencias de estas reacciones no variaron entre avistamientos Control y Turismo, los coletazos se observaron solamente en presencia de botes control, mientras el alejamiento y el aumento de velocidad se dieron solamente en presencia de botes turismo (Figura 8).

Se observó un efecto negativo de los botes turísticos sobre los comportamientos de alimentación y reposo de los delfines manchados de Bahía Drake e Isla del Caño. El comportamiento alimentación tiene 4.7 veces más oportunidad de ocurrir en presencia del bote control que en presencia de botes de turismo (Razón de ventaja =4.7, Cuadro 3). Además, el comportamiento de reposo se observó exclusivamente en ausencia de embarcaciones turísticas a través del muestreo (Figura 9). Por el contrario, el comportamiento socialización tiene 4.7 veces más oportunidad de ocurrir en presencia del bote turismo que en presencia del bote control.

Cuadro 3

Resultados del GLM para presencia de comportamientos del delfín manchado (*S. attenuata*), según tipo de botes presentes durante las épocas secas del 2004-2006 en Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica.

Comportamiento	Parámetro	Razón de ventaja (Odds Ratio)	Límites de confianza Wald al 95%		Pr > Z	χ^2 Pearson		
						gl	χ^2	χ^2 /gl
Alimentación	Bote Control	4.69	1.66	13.22	0.0035	1449	1400.98	0.9669
	Bote(s)Turismo	0.21	0.60	0.076				
Socialización	Bote Control	0.21	0.099	0.46	<.0001	1449	1451.67	1.0018
	Bote(s)Turismo	4.68	10.05	2.18				
Reposo	Bote Control	Tiende a infinito	0	1449	1307.76	0.9025
	Bote(s)Turismo	2.9 E-11				

Regulación de la actividad y su alcance

El 70% de los operadores turísticos entrevistados tuvieron personal directamente involucrado en la actividad que no había leído aún el *Reglamento para regular observación de ballenas y delfines* seis meses después de entrar en vigencia como decreto ejecutivo. Con respecto a este Decreto, el 40% de los Administradores (n=22) afirmaron que existe una mala regulación del turismo relacionado con la Isla del Caño, debido al poco personal del MINAE en la misma. Además, expresaron su descontento acerca de unos pocos negocios que aún promocionaban el nado con delfines luego de entrar en vigencia el decreto. El 36% de los Capitanes coincidió con los administradores en que debe aumentarse el esfuerzo de patrullaje para tener mayor control sobre imprudencias a la hora de observar cetáceos (n=25). El 36% de los Guías turísticos alegó que debería existir mayor vigilancia sobre el cumplimiento del decreto (n=19). Un 47% de los entrevistados percibe esta regulación como beneficiosa para las tres partes involucradas: animales, tour operador y turistas.

DISCUSION

Operadores turísticos y beneficios económicos de la actividad

Por primera vez, se logra documentar un número de embarcaciones en uso dentro de la zona de Bahía Drake e Isla del Caño (Anexo II). La información acerca del número de botes, caballaje, tiempos y uso dado a las embarcaciones es indispensable cuando se trata de manejo y conservación de cetáceos. Van Parijs y Corkeron (2001) y Foote *et al.* (2004), demostraron que la comunicación acústica en delfines jorobados (*Sousa chinensis*) y orcas, (*Orcinus orca*) respectivamente, se ve afectada por el tráfico de botes. En el primer caso, los delfines se vieron afectados por sonido de botes que pasaron a menos de 1.5km de ellos, sin detenerse a observarlos; en el segundo caso, las orcas están expuestas a un ruido considerable, causado por hasta 22 motores que simultáneamente observan a un mismo grupo. Estos autores sugieren que el sonido de las embarcaciones transitorias afecta la cohesión del grupo, por lo que las especies toman medidas tales como aumentar la tasa de silbidos luego de la exposición a los sonidos de botes y aumentar la duración de los llamados respectivamente. Lo anterior parece contrarrestar el enmascaramiento de señales acústicas (causado por el motor de botes) y permite re-establecer el contacto acústico entre los cetáceos. Los delfines utilizan el sonido en funciones tan vitales como la sincronización de comportamientos durante actividades de descanso, forrajeo, protección de crías y defensa anti-depredador (Clark y Mantel, 1986; Emlen, 1991).

Afortunadamente, la mayoría (66%) de los botes en Drake cuentan con motores de 4 tiempos. May-Collado *et al.* (2005) encontraron en los delfines tucuxi (*Sotalia guianensis*) y nariz de botella (*T. truncatus*) una menor alteración del comportamiento acústico en presencia de motores inyectados de 4 tiempos en comparación a los de 2 tiempos. Sin embargo, independientemente del motor, si la velocidad de acercamiento no es la correcta, los delfines reaccionan de forma evasiva. Por otro lado, Taubitz (2007) encontró que los delfines nariz de botella de Bocas del Toro y Gandoca-Manzanillo, reaccionan al tipo de motor, ya que más reacciones negativas (cambios drásticos en cambios de dirección y comportamiento) ocurrieron en la presencia de botes con motores entre 50-100 caballos de fuerza y es

precisamente esta categoría (50-100hp) la que domina dentro de los botes en la zona de Drake (Figura 3).

La distribución del uso de botes en el área de Bahía Drake y el tipo de embarcaciones observadas en el campo en la práctica de observación de cetáceos, indica que los negocios están realizando la actividad de forma frecuente camino a Sierpe, P. N. Corcovado, puntos de esnorquel/buceo (alrededores de la isla), y especialmente, a la Isla del Caño. Según los encuestados, los destinos anteriores dejan, por leve diferencia, a los tours de observación de cetáceos en un segundo plano. Sin embargo, al igual que como se comprobó en el campo, la totalidad de los guías y capitanes de los tours más frecuentes, afirmaron que en caso de estar en un tour distinto al de observación de cetáceos, se desvían del camino si ven delfines o ballenas cerca (encuentro casual) y los observan por un tiempo igual o mayor a 5 minutos. Lo anterior significa que estas embarcaciones deben ajustarse al *Reglamento para la Operación de Actividades Relacionadas con Cetáceos en Costa Rica*, según su Artículo 3° (Decreto Ejecutivo 32495, 2005).

Es importante resaltar, que según la percepción de los habitantes, la actividad de observación de cetáceos ha incrementado en los últimos cinco años. Sin embargo, la intensidad con la que se realiza la actividad esta por debajo de las principales actividades turísticas marinas en la zona (Figura 4), lo que sugiere que este crecimiento está apenas en sus primeras etapas y la intensidad de la actividad de observación de cetáceos posiblemente seguirá creciendo en los próximos años.

De igual forma, las cifras económicas indican un crecimiento del 500% en los últimos nueve años. El acelerado crecimiento de la observación de cetáceos como actividad turística en solamente Bahía Drake, podría considerarse un punto de partida para estimar las dimensiones de esta alternativa turística alrededor del país. Sin embargo, debido a que la intensidad y demanda de la observación de cetáceos en Costa Rica varía en cada zona, es imprescindible utilizar estos datos de forma correcta y no deberían extrapolarse cifras de este lugar a nivel nacional, sin tomar en cuenta las correcciones necesarias.

A pesar de que Drake se ha convertido en una de las más de 500 comunidades en el mundo (Hoyt, 2001) beneficiadas económicamente por el turismo de la observación de

cetáceos, se debe manejar con sumo cuidado el promover esta actividad turística en zonas que aun no la inician. Se supone que el ecoturismo es una rama especial de turismo de naturaleza que provee un beneficio económico local sin degradar el ambiente (Goodwin, 1996). La observación de cetáceos generalmente se clasifica como ecoturismo, sin embargo, ya ha afectado a algunas especies de cetáceos a corto plazo (e.g. Corkeron, 1995; Van Parijs y Corkeron, 2001; Williams, 2002; Lusseau, 2003; Constantine *et al.*, 2004; Bejder, 2006). El delfín manchado es, indudablemente, la especie que más está expuesta a las embarcaciones turísticas, tal y como se esperaba según su alta frecuencia de observación en la zona (Rasmussen *et al.*, 2002; May-Collado *et al.*, 2005). Los efectos de estas embarcaciones sobre el delfín manchado serán discutidos a continuación.

Efecto de la actividad sobre el comportamiento del delfín manchado

La mediana de distancia utilizada por los botes en la bahía (50m) sugiere que es viable cumplir con lo establecido con el decreto, el cual indica justamente una distancia mínima de 50m al delfín más cercano. Si embargo, esta medida de distancia fue estimada incluidos los grupos que se encontraron en actividades de alimentación y socialización, en cuyo caso debería guardarse una mayor distancia por ser comportamientos directamente influyentes en la cohesión grupal de los cetáceos (Clark and Mangel, 1986; Emlen, 1991). Distinguir entre comportamientos requiere entrenamiento, por lo que no es de extrañar que los capitanes observen a todos los grupos de igual manera.

Las reacciones negativas por parte de los delfines se presentaron mayoritariamente ante aquellas embarcaciones que tuvieron un manejo incorrecto (Figura 7), lo que demuestra la importancia de seguir las regulaciones expuestas en el decreto. Con respecto a las reacciones negativas presentadas en el comportamiento de los delfines ante un manejo incorrecto (e.g. acercarse a menos de 50m de distancia, permanecer más de 30 minutos con el mismo grupo, interponerse en medio de un grupo, acercamiento perpendicular o de frente, realizar buceo o natación en presencia de cetáceos, etc., ver detalles en Cuadro 2), la mayoría concuerdan con lo citado por otros investigadores en diferentes lugares del mundo y con distintas especies de cetáceos. Williams, *et al.* (2002) y (Kruse, 1991) reportaron que las orcas en Canadá han

mostrado tácticas evasivas similares a las usadas por una presa en presencia de su depredador y un incremento proporcional al número de botes que se acercaron a ellas, respectivamente. Constantine y Baker (1997) identificaron el cambio en actividades dominantes de grupos de delfines nariz de botella como indicador de alteración, en donde 32% de de las aproximaciones de embarcaciones indujeron a un cambio en la actividad grupal. Los delfines nariz de botella en Florida presentaron intervalos de buceo (entre una respiración y otra) más largos cuando estuvieron expuestos a embarcaciones (Nowacek *et al.*, 2001). También las ballenas jorobadas en Alaska y Australia aumentaron sus lapsos de buceo, ante aproximaciones intrusivas de botes; además de incrementar su velocidad de nado (Baker y Herman, 1989; Corkeron, 1995). De igual forma, los delfines manchados presentaron en Drake evasión de los botes y aumento de velocidad de nado solamente en presencia de embarcaciones turísticas. Sin embargo, los coletazos se observaron solamente en presencia de botes control. Los coletazos se han reconocido como “comportamientos de estrés” durante las aproximaciones de botes a delfines jorobados del Pacífico en Tanzania. (Berggren, 2001). Lo observado en Drake puede atribuirse a la composición grupal, ya que en un 75% de las veces en que se observaron coletazos frente a bote control, los grupos tuvieron parejas madre-cría. Evans *et al.* (1994) reportaron la mayoría de los comportamientos de “estrés” frente a embarcaciones cuando una cría estuvo presente en grupos de marsopas.

La reacción de “cambio de dirección” en patrones de movimiento fue observada en tres ocasiones durante este estudio y reportada previamente por Blane y Jackson (1994) y Richter *et al.* (2001), para cachalotes (*Physeter macrocephalus*) y belugas (*Delphinapterus leucas*) que evidenciaron comportamientos evasivos y cambios en la dirección al desplazarse cuando los botes estuvieron presentes. Reconocer estas reacciones es indispensable para seguir un desarrollo regulado de la actividad de observación de cetáceos; sin embargo, el reconocimiento de estas requiere de gran habilidad y experiencia en el campo.

Se demostró que la presencia de embarcaciones turísticas tuvo un efecto negativo sobre los comportamientos de alimentación y reposo en los delfines manchados de Bahía Drake e Isla del Caño. El comportamiento alimentación tiene más oportunidad de ocurrir en presencia del bote control que en presencia de botes de turismo. De igual forma, Taubitz (2007) observó

una tendencia en delfines nariz de botella a reducir actividades de forrajeo en presencia de botes. Pocos estudios se han referido al efecto de embarcaciones específicamente en el comportamiento de forrajeo o alimentación. Allen y Read (2000) encontraron que el delfín nariz de botella disminuye el uso de hábitats primarios de alimentación durante periodos de alta densidad de botes y sugieren que esto puede deberse a querer evadir áreas de alto tráfico o bien, en respuesta a la reacción de su presa al alto tráfico (Misund y Aglen, 1992; Engas *et al.*, 1995; Mitson y Knudsen, 2003). Otra posible explicación a esta disminución de forrajeo, es que los sonidos del bote podrían estar enmascarando las señales de ecolocación mientras los delfines cazan (Au, 2000).

Es una señal de alarma el hecho de que el comportamiento de reposo en los delfines manchados de Bahía Drake no se presentara en ninguno de los casos en que una o más embarcaciones turísticas estuvieran presentes. Lusseau (2003) observó una disminución en el tiempo ocupado por delfines nariz de botella para descansar en Fiordland, Nueva Zelanda. El investigador reportó un 1% del comportamiento de descanso en presencia de botes turísticos, en contraste con un 11% de este mismo comportamiento cuando solamente el bote de investigación estuvo presente. En el caso de Bahía Drake, el comportamiento diurno de descanso en presencia exclusiva de bote de investigación, ocupa el 8% de las actividades diarias (Capítulo I), sin embargo, los delfines manchados no están descansando del todo en presencia de botes turísticos. Una disminución en el comportamiento de descanso debido a alteraciones humanas también fue observada por Constantine *et al.* (2004) para el delfín nariz de botella. El descanso es un comportamiento fundamentalmente importante para la salud de varias especies de mamíferos (Bishop, 1999). Las consecuencias de esta reducción de tiempo de descanso encontradas en los estudios anteriores son desconocidas; sin embargo, otros estudios en aves y mamíferos han demostrado estrés fisiológico (MacArthur *et al.*, 1979; Fowler, 1999; Tietje y Ru, 1980). Una reducción del descanso probablemente resultará en una reducción de reservas energéticas, que puede afectar la eficiencia de forrajeo, niveles de vigilancia y niveles de cuidado parental (Constantine *et al.*, 2004).

El hecho de que la presencia del comportamiento de socialización tenga una razón de ventaja cuando las embarcaciones turísticas están presentes, puede explicarse en parte porque

se está considerando como a la interacción de los delfines con embarcaciones dentro de este comportamiento (Cuadro 1). Las posibilidades de que esta interacción delfín-bote suceda, irremediamente aumenta al incrementarse el número de botes presentes. Ransom (1998), observó que los delfines manchados se aproximaron frecuentemente a los botes turísticos, sin interrumpir el comportamiento de socialización. Por otro lado, se ha reportado un aumento de cohesión grupal en cetáceos en presencia de embarcaciones (Bejder *et al.*, 1999; Nowacek *et al.*, 2001; Bejder *et al.*, 2006), y en contextos de sorpresa o amenaza (Whitehead y Glass, 1985).

Los delfines costeros (e.g. manchados) tienden a vivir en sociedades discretas con ámbitos de hogar relativamente pequeños, por lo que el disturbio provocado por embarcaciones turísticas se convierte en degradación de hábitat (Corkeron, 2004). Al parecer el delfín manchado mantiene poblaciones costeras a través del año en el Golfo Dulce y podrían salir y entrar a este golfo con relativa facilidad (Acevedo-Gutiérrez y Burkhart, 1998; Cubero-Pardo, 1998). Debido a la relativa cercanía del Golfo Dulce con Bahía Drake, lo anterior sugiere que varios de los delfines observados cerca de la costa en Bahía Drake podrían ser parte de la población residente del Golfo. Si esto fuera así, serían los mismos delfines quienes con frecuencia estarían expuestos al acoso repetitivo de botes en esta área, el cual puede reducir la adaptación biológica de una población cuando se da en presencia de comportamientos críticos como alimentación, reposo y reproducción (Scheidat *et al.*, 2004). A pesar de que los encuentros “turismo” fueron considerablemente menores a los encuentros “control”, los análisis estadísticos detectaron efectos negativos significativos en el comportamiento de los delfines, lo que indica que el impacto de las embarcaciones turísticas es un hecho en la zona de Bahía Drake e Isla del Caño.

Regulación de la actividad y alcance del Decreto Ejecutivo 32495

La actividad de observación de cetáceos, a pesar de ser relativamente reciente en Drake, se ha expandido rápidamente. El hecho de que varios de los guías y capitanes hayan leído el decreto en Bahía Drake es motivador. Sin embargo, lo anterior no significa que estas regulaciones se sigan de forma rigurosa. Por ejemplo, se presencié en uno de los casos cómo un grupo pequeño de delfines fue acosado cerca de la Isla del Caño por la operadora “E”. Los

encargados, biólogos y capitanes entrevistados para este negocio posteriormente para este estudio, aseguraron acogerse a estas regulaciones.

Los resultados indican que la preocupación principal por parte de todos los grupos entrevistados (guías, capitanes y administradores) respecto a este decreto es la poca capacidad de cuerpos estatales – MINAE e INCOPECA- para velar por el cumplimiento del mismo. Un ejemplo de esto es que a pesar de la prohibición explícita respecto al nado con delfines en el decreto, para setiembre del 2007, al menos 16 negocios en Costa Rica aún promocionaban el nado con delfines en sus respectivas páginas web. Samuels *et al.* (2000) concluyeron en una revisión de 151 trabajos acerca del nado con delfines que tal práctica pone en peligro de daño o muerte a los cetáceos (en caso de presentarse la habituación). El reporte anterior incluyó varias especies y diferentes partes del mundo, incluido el delfín manchado. A pesar de que el estudio interpreta de forma conservadora los datos existentes, considera esta actividad como “acoso”. Constantine (2001) sugiere que la evasión de los delfines hacia los nadadores es solo una señal de cómo la actividad deteriora el comportamiento normal de los delfines. Estas son conclusiones de expertos que no deben ser obviadas por tales operadoras en Costa Rica y demuestra la importancia biológica de esta prohibición en el Decreto Ejecutivo 32495 (2005).

A pesar de lo anterior, se observó en un par de ocasiones a ciertos capitanes controlar el comportamiento de otros botes a través de llamadas de atención hechas por la frecuencia de radio. Lo anterior fue posterior a talleres de información ejecutados por la Fundación Keto y MarViva durante el periodo de este estudio en Bahía Drake y demuestra que las tour operadoras de observación de cetáceos pueden involucrarse en la regulación y monitoreo de comportamientos de embarcaciones potencialmente amenazantes para los cetáceos. Basándonos en experiencias previas de regulaciones ambientales en Costa Rica, las mismas tendrán posibilidades de ser exitosas siempre que se hayan informado y educado (esto es, convencer con datos fiables que el decreto será beneficioso) a las comunidades involucradas.

Escorza-Treviño *et al.* (2002), diferenciaron de forma clara la estructura genética poblacional de los delfines manchados del Pacífico de Costa Rica, al compararla con las poblaciones del resto de Latinoamérica. Lo anterior sugiere un ámbito de desplazamiento discreto para esta población, dentro de aguas costarricenses. Los delfines manchados son

animales longevos, de aproximadamente 45 años (Reeves *et al.*, 2002), por lo que las poblaciones con un ámbito de hogar discreto podrían exponerse al turismo regularmente.

Implicaciones de Manejo

En Costa Rica, entidades estatales tales como el Instituto Costarricense de Turismo (ICT) y el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) carecen de un registro de operadores de turismo (a nivel nacional o local), relacionadas con la observación de cetáceos. La lista de los negocios involucrados en esta actividad se pondrá a la disposición de estas instituciones con el fin de iniciar una base de datos que facilite las distintas medidas de manejo marino en las Áreas de Conservación, dentro del tema turístico.

El poco éxito de regulaciones impuestas por los gobiernos podría ser indicador de una resistencia a controles de actividades marinas y rurales “desde arriba”. Las regulaciones “desde abajo” producidas por organizaciones locales y aquellos envueltos activamente en la observación de cetáceos han sido más aceptadas por los operadores en otros países (Parsons y Woods-Ballard, 2003). Por lo tanto, el deber de la responsabilidad para monitorear y controlar la observación de cetáceos responsable, debería ser delegado a organizaciones u asociaciones turísticas locales en Drake (e.g. Asociación de Guías Naturalistas de Drake, AGUINADRA), a las que se brinde consultoría, sugerencias, asesoría científica y legal adecuada. Lo anterior debería ser considerado dentro de los planes de manejo en el área de Península de Osa.

Debe tomarse en cuenta que el manejo “desde abajo” podría considerarse en ciertas costas del país. Serán candidatas aquellas comunidades en donde los capitanes y guías posean cierto nivel de experiencia, capacitación técnica y compromiso, características presentadas en Bahía Drake por la mayoría de operadores. La zonificación de uso para actividades de buceo que se ha establecido en la Isla del Caño se ha propuesto como un ejemplo a seguir en otras regiones del país (Quesada-Alpízar y Cortés, 2006).

Corkeron (2004) discute algunos argumentos en los cuales se basan varias Organizaciones No-Gubernamentales (ONG's) para promover esta actividad en distintas comunidades. A pesar de que la actividad se ve acompañada de consecuencias positivas

cuando se ha practicado de forma regulada por un tiempo, se debe de tener en cuenta el riesgo que se corre cuando el apoyo pro-conservación no logra separar el apoyo pro-turismo masivo.

El turismo marino crece rápidamente alrededor del mundo (Miller, 1993). Uno de los mayores retos de este tipo de turismo es proteger y conservar el hábitat y vida silvestre mientras se manejan las necesidades turísticas (Giannecchini, 1993). Como anteriormente se mencionó, existen aspectos negativos de esta actividad cuando se realiza sin regulación. Esto puede notarse a corto plazo, por ejemplo cuando una población de delfines evade el lugar que está siendo controlado por la actividad. También puede haber efectos que se distinguen a largo plazo como es el caso de la vulnerabilidad de una especie por estrés al que ha sido sometido durante un tiempo, o en el peor de los escenarios, con la reducción de hábitats para estas especies. En mamíferos acuáticos (e.g. por contaminación sónica) esta reducción puede ser causada por cambios de distribución y patrones de uso de áreas con importancia ecológica en las especies, especialmente si se trata de áreas de reproducción, de cuidado parental y de alimentación (Whitehead *et al.*, 2000).

Conclusiones y recomendaciones

- A pesar del poco tiempo que lleva la observación de cetáceos como opción turística en Bahía Drake, los impactos biológicos se observan a nivel de comportamientos vitales como el reposo y la alimentación en el delfín manchado.
- La densidad de esta actividad se incrementa en los alrededores de la Isla del Caño, entre las 8:30 y las 9:30 am, como resultado de otras actividades turísticas que observan a los delfines de forma oportuna. Esto concuerda con el área mayormente utilizada por los delfines manchado para alimentarse (Martínez-Fernández, sin publicar). Debe prestarse especial atención a la cantidad de botes admitidos simultáneamente en la Isla y a la forma de manejo de los mismos.

- El tipo de manejo de bote parece ser un factor influyente en el comportamiento de los delfines manchados y debido a que el manejo “correcto” e incorrecto” fue definido con base al cumplimiento del Decreto Ejecutivo 32495 (2005) en este estudio, esta regulación debería ser cumplida y vigilada.
- Las cifras económicas muestran que la actividad turística de observación de cetáceos se desarrolla de forma rápida en el sur de Costa Rica. Los planes de manejo deben enfocarse en mantener la actividad de observación de cetáceos no solamente regulada sino controlada, tomando en cuenta que el turismo es la principal entrada económica en la zona. Lo anterior aumentará las posibilidades de que los cetáceos costeros permanezcan en la zona por más tiempo.
- Debido a la falta de recursos económicos y de personal por parte de instituciones tales como MINAE, INCOPECA y Servicio Nacional de Guardacostas, el control del cumplimiento del Decreto Ejecutivo 32495, debería asignarse parcialmente a un control “desde abajo”, en donde representantes de la comunidad controlen sus propios recursos. Esto se logra con esfuerzo invertido en educación ambiental dentro de las comunidades costeras.
- Futuros estudios deberían focalizar esfuerzos de muestreo en los alrededores de la isla y en las horas de alto tráfico. También debería tomarse en cuenta el comportamiento de los delfines a distintas distancias de los botes de turismo. Con el suficiente apoyo económico, nuevas investigaciones deberían extenderse a zonas mar adentro en donde pocas operadoras practican esta actividad con considerable frecuencia.

REFERENCIAS

- Acevedo-Gutierrez, A. y Burkhart, S. 1998. Seasonal distribution of bottlenose (*Tursiops truncatus*) and pan-tropical spotted (*Stenella attenuata*) dolphins (Cetacea: Delphinidae) in Golfo Dulce, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 6 (46):91-101.
- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior* 49:227-267.
- Allen, M. y Read, A. 2000. Habitat selection of foraging bottlenose dolphins in relation to boat density near Clearwater, Florida. *Marine Mammal Science* 16(4): 815-824.
- Au, W.W. L. 2000. Echolocation in Dolphins. pp. 364-408. In Au, W.W.L., Popper, A.N. y Fay, R.R. (eds.) *Hearing by Whales and Dolphins*.. Springer-Verlag, Nueva York.
- Baker, C. S. y Herman, L. M. 1989. Behavioral responses of summering humpback whales to vessel traffic: Experimental and opportunistic observations. Technical Report No. NPS-NR-TRS-89-01). U.S. Department of the Interior National Park Service, Alaska. 50 pp.
- Berggren, P. 2001. Dolphin tourism: a tool to conserve threatened marine mammals and critical habitats in East Africa? Viewing Marine Mammals Workshop, 14th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Vancouver, Canada, Noviembre 2001. p. 28.
- Blane, J. y Jackson, R. 1994. The impact of ecotourism boats on the St. Lawrence beluga whales. *Environ. Conserv.* 21: 267-269.
- Bejder, L., Dawson, S. M. y Harraway, J. A. 1999. Responses by Hector's dolphins to boats and swimmers in Porpoise Bay, New Zealand. *Marine Mammal Science* 15:738-750
- Bejder, L., S., A. Samuels, A., Whitehead, H. y Gales, N. 2006. Interpreting short-term behavioural responses to disturbance within a longitudinal perspective. *Anim. Behav.* doi:10.1016/j.anbehav.2006.04.003
- Bishop, C. M. 1999. The maximum oxygen consumption and aerobic scope of birds and mammals: getting to the heart of the matter. *Proc. Roy. Soc. London B.* 266: 2275-2281.
- Clark, C. W. y Mangel, M. 1986. The evolutionary advantages of group foraging. *Theoretical Pop. Biol.* 30: 45-75.
- Constantine, R. y Baker, C. S. 1997. *Monitoring the commercial swim-with-dolphin operations in the Bay of Islands, New Zealand*. Department of Conservation, Wellington, New Zealand. 59 pp.

- Constantine, R. 2001. Increased avoidance of swimmers by wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) due to long term exposure to swim-with-dolphin tourism. *Marine Mammal Science* 17:689-702
- Constantine, R., Brunton, D. H. y Dennis, T. 2004. Dolphin-watching tours change bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) behaviour. *Biol. Conserv.* 117: 299-307
- Corkeron, P. J. 1995. Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Hervey Bay, Queensland: behaviour and responses to whale-watching vessels. *Can. J. Zool.* 73:1290-1299.
- Corkeron, P. J. 2004. Whale watching, iconography and marine conservation. *Conserv. Biol.* 18: 847-849.
- Cubero-Pardo, P. 1998. Distribución y patrones de actividad del bufeo (*Tursiops truncatus*) y el delfín manchado (*Stenella attenuata*) en el Golfo Dulce. Tesis de Maestría en Biología. Universidad de Costa Rica. 102 pp.
- Cubero-Pardo, P., Rodríguez-Fonseca, J y Miranda-Garnier, X. 2004. A First insight and preliminary analysis of “Whale Watching” impact in Costa Rica, Central America. Informe Técnico FP-2. Fundación Promar, San José, Costa Rica. 13 pp.
- Decreto Ejecutivo N° 32495-MINAE-MOPT-MSP-MAG. 2005. “Reglamento para la Operación de Actividades Relacionadas con Cetáceos en Costa Rica”. Publicado en La Gaceta, Número 145 del 28 de julio del 2005. 6pp.
- Emlen, S.T. 1991. Evolution of cooperative breeding in birds and mammals, pp. 301–337. In J. R. Krebs & N.B. Davies (eds.). *Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach*. Blackwell Scientific, Reino Unido.
- Engas, A., Misund, O.A., Soldal, A.V., Horvei, B. y Solstad, A. 1995. Reactions of penned herring and cod to playback of original, frequency-filtered and time-smoothed vessel sound. *Fish. Res.* 22: 243-254.
- Escorza-Treviño, S., Lang, A. y Dizon, A. E. 2002. Genetic differentiation and intraespecific structure of Eastern Tropical Pacific spotted dolphins, *Stenella attenuata*, revealed by mitochondrial and microsatellite DNA analyses. Administrative Report LJ-02-38. Southwest Fisheries Science Center. La Jolla, California. 20 pp.
- ESRI. 1998. ArcView® 3.3 GIS. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, CA, .E.U.A.
- Evans, P.G.H., Carson, Q., Fisher, P., Jordan, W., Limer, R. y Rees, I. 1994. *A study of the reactions of harbour porpoises to various boats in the coastal waters of S.E. Shetland, in*

- European Research on Cetaceans* (ed. P. Evans), European Cetacean Society, Cambridge, Inglaterra, 60-64 pp.
- Fowler, G. S. 1999. Behavioral and hormonal responses of Magellanic penguins (*Spheniscus magellanicus*) to tourism and nest site visitation. *Biol. Conserv.* 90:143–149.
- Foote, A. D., Osborne, R. W. y Hoelzel, A. R. 2004. Whale-call response to masking boat noise. *Nature*, 428, 910.
- Garrod, B y Wilson, J. C. (Eds.). 2003. *Aspects of tourism: Marine Ecotourism, Issues and Experiences*. Channel View Publications. Inglaterra. 274 pp.
- Giannecchini, J. 1993. Ecotourism: new partners, new relationships. *Conserv. Biol.* 7:429-432
- Goodwin, H. 1996. In pursuit of ecotourism. *Biodivers. Conserv.* 5: 277-291
- Guzmán, H.M. y Cortés, J. 1989. Coral reef community structure at Caño Island, Pacific Costa Rica. P.S.Z.N.I: *Mar. Ecol.* 10: 23-41.
- Hammer, O., D.A.T., Harper y P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. En línea: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Hooge, P. N. y Eichenlaub, B. 1997. Animal movement extension to Arcview, version 2.0. Alaska Biological Science Center, U.S. Geological Survey, Alaska, E.U.A.
- Hoyt, E. 2001. Whale watching 2001: Worldwide tourism numbers, expenditures, and expanding socioeconomic benefits. International Fund for Animal Welfare, Yarmouth Port, Massachusetts. 158 pp.
- Hoyt, E. y Hvenegaard , G. T. 2002. A review of whale watching and whaling with applications for the Caribbean. *Coast. Manage.* 30(4):381-399.
- IFAW. 1995. Report of the Workshop on the Scientific Aspects of Managing Whale Watching. Montecastello Di Vibio, Italy, 30 March – 4 April 1995. International Fund for Animal Welfare, Crowborough, East Sussex, Inglaterra. 45 pp.
- IWC. 1994. Resolution on whale watching. Reports of the International Whaling Commission 44:33-34
- IWC. 1995. Report of the Working Group on whalewatching. Report of the International Whaling Commission 45:32-33.

- Kappelle, M., Castro, M., Acevedo, H., González, L. y Monge, H. 2002. Ecosistemas del Área de Conservación Osa (ACOSA). INBio, Costa Rica. 496 pp.
- Kruse, S. 1991. The interactions between killer whales and boats in Johnstone Strait, B.C., pp. 49-159 In K. S. Norris & K. Pryor (eds.). *Dolphin societies: discoveries and puzzles*. University of California. Berkeley, California.
- Lusseau, D. 2003. Effects of tour boats on the behaviour bottlenose dolphins: Using Markov chains to model anthropogenic impacts. *Conserv. Biol.* 17: 1785–1793.
- Luck, M. 2003. Marine Tourism. In: Hall, C.M. (ed.). *Introduction to Tourism: Dimensions and Issues*, 4th Ed. Pearson Education, Melbourne. 12 pp. Disponible en línea: www.pearsoned.com.au/elearning/hall/files/lueck.pdf
- MacArthur, R.A., Johnston, R. H. y Geist, V. 1979. Factors influencing heart rate in free-ranging bighorn sheep: a physiological approach to the study of wildlife harassment. *Can. J. Zool.* 57: 2010–2021.
- May-Collado, L.J., Gerrodette, T., Calambokidis, J., Rasmussen, K. y I. Sereg, I. 2005. Patterns of cetacean sighting distribution in the Pacific Exclusive Economic Zone of Costa Rica based on data collected from 1979-2001. *Rev. Biol. Trop.* 53: 249-263
- May-Collado, L. J. y Morales Ramírez, A. 2005. Presencia y Patrones de comportamiento del delfín manchado costero, *Stenella attenuata graffmani* (Cetacea: Delphinidae) en el Golfo de Papagayo, Costa Rica. *Rev. Biol.* 53 (1-2): 265-276.
- May-Collado, L. Wartzok, D. y Gamboa, M. 2005. ¿Plasticidad en las vocalizaciones de delfines?: efecto del ruido antropogénico en Costa Rica. Afiche presentado en el Primer Congreso de Vida Silvestre Latinoamericano, Febrero 2005. San Jose, Costa Rica
- Miller, M. L. 1993. The rise of coastal and marine tourism. *Ocean Coast. Manage.* 20:181-199
- Misund, O. A. y Aglen, A. 1992. Swimming behaviour of fish schools in the North Sea during acoustic surveying and pelagic trawl sampling. *ICES J. Mar. Sci.* 49:325-334
- Mitson, R. B. y Knudsen, H. P. 2003. Causes and effects of underwater noise on fish abundance estimation. *Aquat. Living Resour.* 16:255-263
- Nowacek, S.M., Wells, R. S. y Solow, A. R. 2001. Short-term effects of boat traffic on bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota Bay, Florida. *Marine Mammal Science* 17: 673–688.

- Parsons, E. M. C. y Woods-Ballard, A. 2003. Acceptance of Voluntary Whalewatching Codes of Conduct in West Scotland: The Effectiveness of Governmental Versus Industry-led Guidelines. *Curr. Issues Tourism* 6 (2):172-182
- Quesada-Alpizar, M. A. y Cortés, J. 2006. Los ecosistemas marinos del Pacífico sur de Costa Rica: estado del conocimiento y perspectivas de manejo. *Rev. Biol. Trop.* 54 (1): 101-145.
- Ransom, A. B. 1998. Vessel and human impact monitoring of the dolphins of Little Bahama Bank. Tesis de Maestría. San Francisco State University, San Francisco, California. 108 pp.
- Rasmussen, K., Calambokidis, J.A. y Steiger, G. 2002. Humpback whales and other marine mammals off Costa Rica and surrounding waters, 1996-2002. Report of the Oceanic Society 2001 field season in cooperation with Elderhostel volunteers. Dec. 2001. Olympia, Washington. 21 pp.
- Reeves, R.R., Stewart, B.S., Clapham, P.J. y Powell, J.A. 2002. *National Audubon Society guide to marine mammals of the world*. Alfred A. Knopf, Inc. E.U.A. 527 pp.
- Reyes, V., Miranda, M., Monge, C. y Salas, F. 2004. Valoración económica del ecosistema Humedal Nacional Térraba-Sierpe y propuesta de mecanismos para su sostenibilidad, Costa Rica. Informe Final. UICN Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza. Costa Rica. 143 pp.
- Richter, C., Dawson, S. y Slooten, E. 2001. Sperm whale watching off Kaikoura, New Zealand: current research, impacts, and education. Viewing Marine Mammal Workshop, 14th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Vancouver, Canada, Noviembre 2001. pp. 51.
- Samuels, A., Bejder, L. y Heinrich, S. 2000. A review of the literature pertaining to swimming with wild dolphins. Reporte preparado para Marine Mammal Commission. Maryland, E.U.A. 58 pp.
- Samuels, A., Bejder, L., Constantine, R. and Heinrich. 2003. A review of swimming with wild cetaceans with a specific focus on the Southern Hemisphere. In N. Gales, M. Hindell & R. Kirkwood (eds.) pp. 277-303. *Marine Mammals: Fisheries, Tourism and Management Issues*. CSIRO Publishing. Australia. 480 pp.
- SAS Institute. 2000. SAS user's guide: statistics. Carolina del Norte, E.U.A.
- Shane, S.H. 1990. Comparison of bottlenose dolphin behavior in Texas and Florida, with a critique of methods for studying dolphin behavior, p. 541-558. In S. Leatherwood & R.R. Reeves R. (eds.). *The bottlenose dolphin*. Academic, San Diego. 653 pp.

- Scheidat, M., Castro, C., Gonzalez, J. y Williams, R. 2004. Behavioural responses of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to whalewatching boats near Isla de la Plata, Machalilla National Park, Ecuador. *J. Cetacean Res. Manage.* JNL208NE.DOC, pp. 1-9.
- Taubitz,, E. 2007. Potential effect of whale-watching engine noise on the vocal behavior of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Bocas del Toro, Panama and Manzanillo, Costa Rica. University of Rostock. Alemania. 68pp.
- Tietje, W. D y Ru, R.L. 1980. Denning behavior of black bears in boreal forest of Alberta. *J. Wildlife Manage.* 44: 858–870.
- Van Parijs, S. M. y Corkeron, P.J. 2001. Boat traffic affects the acoustic behavior of Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis*. *J. Mar. Ass. U.K.* 81:533-538.
- Wells, R.S., Boness, D.J. y Rathbun, G.B. 1999. Behavior, p. 324-422. In J.E.Reynolds III & S.A. Rommel (eds.). *Biology of Marine Mammals*. Smithsonian Institution, Washington D.C. 578 pp.
- Whitehead, H. y Glass, C. 1985. Orcas (killer whales) attack humpback whales. *J. Mamm.* 66: 183-185.
- Whitehead, H., Reeves, R. R. y Tyack, P.L. 2000. Science and the conservation, protection, and management of wild cetaceans, pp. 308-333. In J. Mann, R.C. Connor, P. L. Tyack & H. Whitehead (eds.). *Cetacean societies:field studies of dolphins and whales*. University of Chicago. E.U.A.
- Williams, R., Trites, A.W. y Bain, D. 2002. Behavioral responses of killer whales (*Orcinus orca*) to whale watching boats: opportunistic observations and experimental approaches. *J. Zool.* 256:255-270.

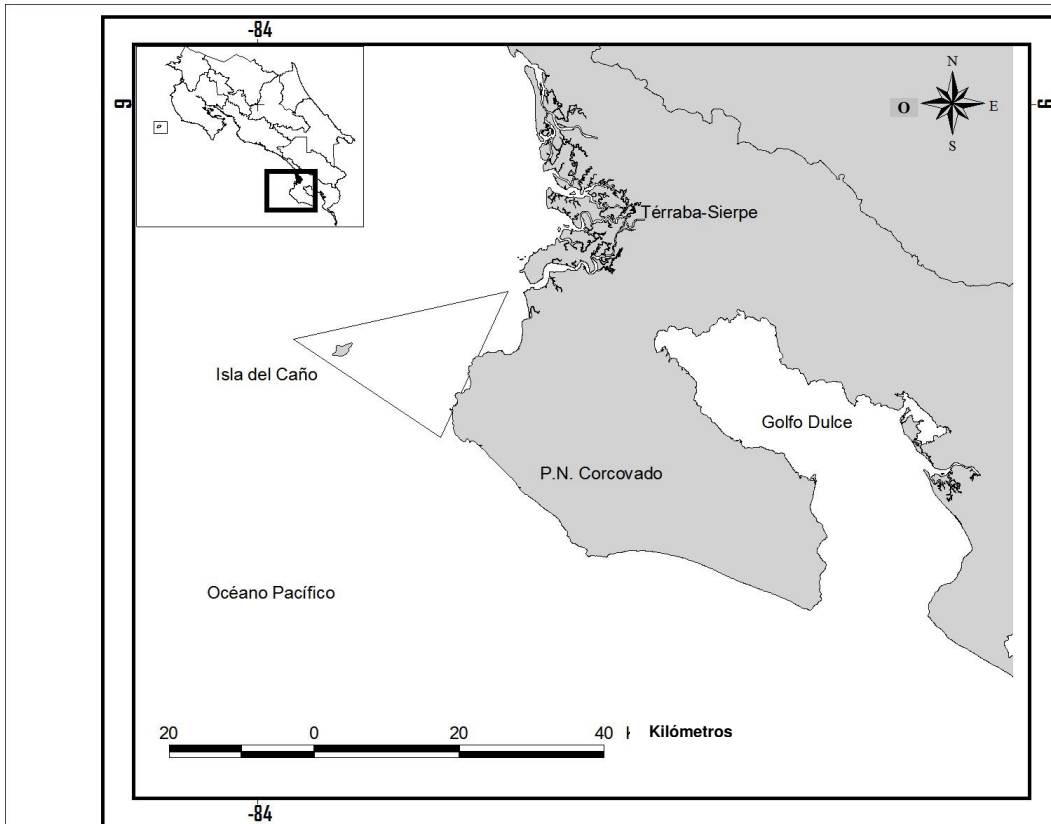


Figura 1. Mapa de la zona de muestreo y sus transectos, unidos por Punta Sierpe, Reserva Biológica Isla del Caño y Punta Llorona para el estudio del comportamiento del delfín manchado. Costa Rica (2004-2006).

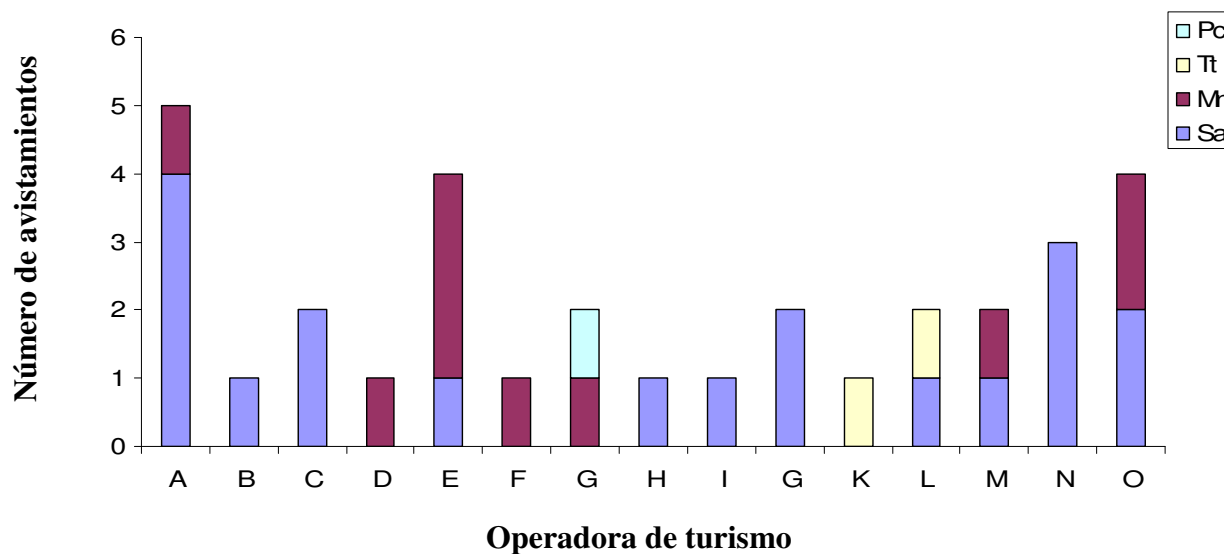


Figura 2. Número de avistamientos de cuatro especies de cetáceos realizadas por los operadores de turismo en Bahía Drake e Isla del Caño. Costa Rica (2004-2006). Pc= *Pseudorca crassidens* Tt= *Tursiops truncatus*, Mn= *Megaptera novaeangliae* y Sa= *Stenella attenuata*.

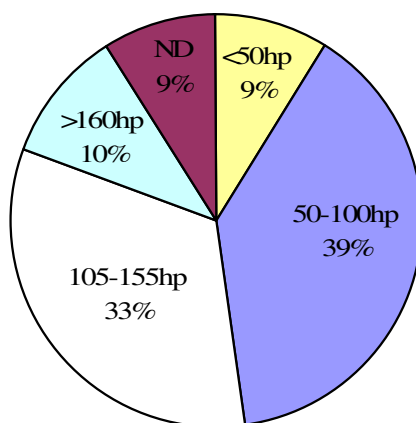


Figura 3. Porcentajes de botes en uso en Bahía Drake e Isla del Caño según los caballos de fuerza (hp). Costa Rica (2004-2006).

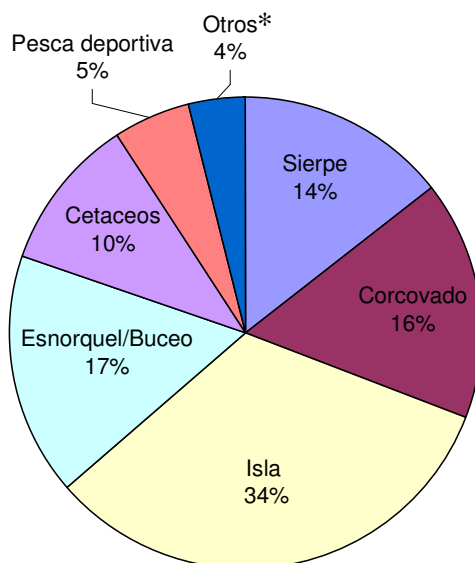


Figura 4. Porcentajes de botes en uso según tipo de excursiones turísticas en Bahía Drake, Costa Rica (2004-2006). * =viajes al aeropuerto y tours al manglar.

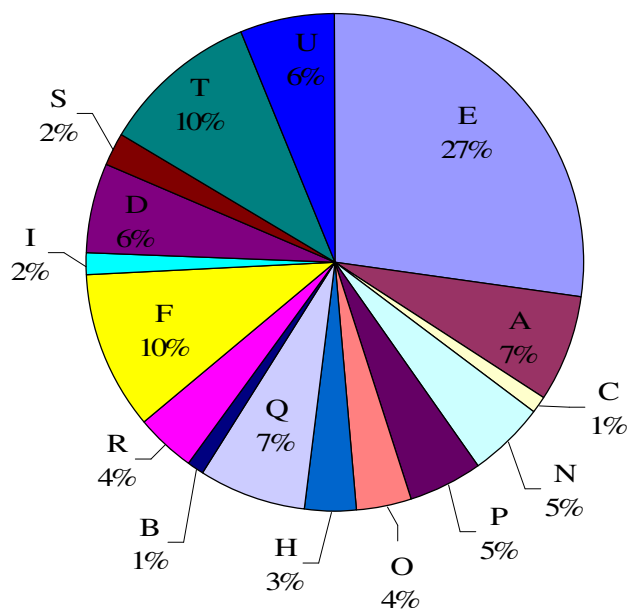


Figura 5. Distribución de ganancias hechas en Bahía Drake por la actividad de observación de cetáceos, para operadores de servicio directo. Costa Rica (2004-2006). Las operadoras fueron nombradas en concordancia con la Figura 2, por lo que las letras no siguen un orden continuo.

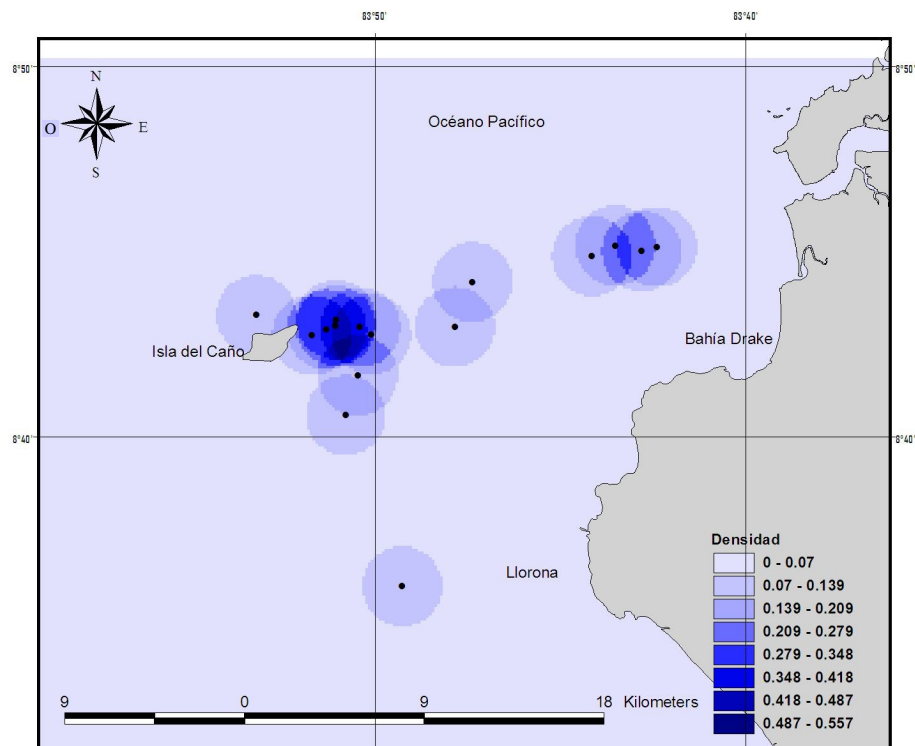


Figura 6. Densidad (botes/km²) de botes turísticos en el área de estudio durante las épocas secas 2004-2005 y 2005-2006. Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica.

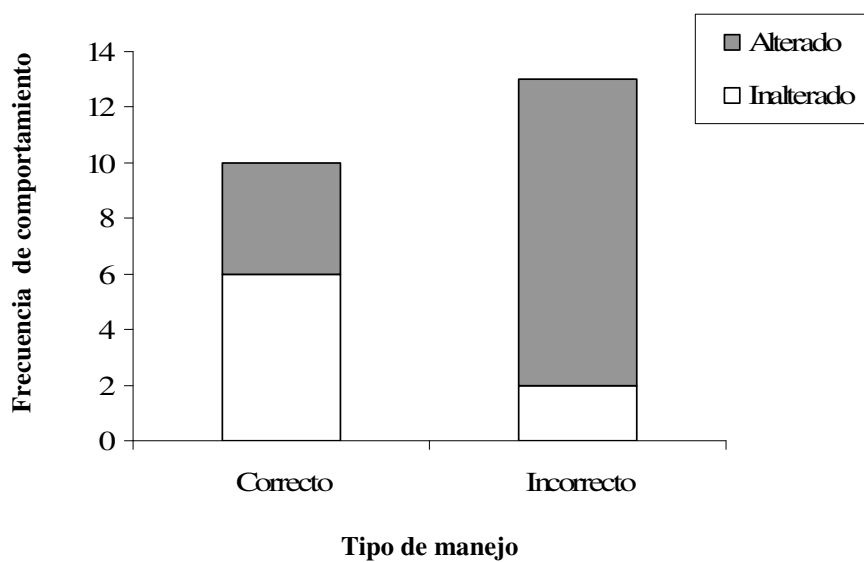


Figura 7. Frecuencia de comportamientos-reacción del delfín manchado según el tipo de manejo de embarcaciones turísticas en Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica (2004-2005 y 2005-2006). Comportamiento alterado= “reacción negativa”

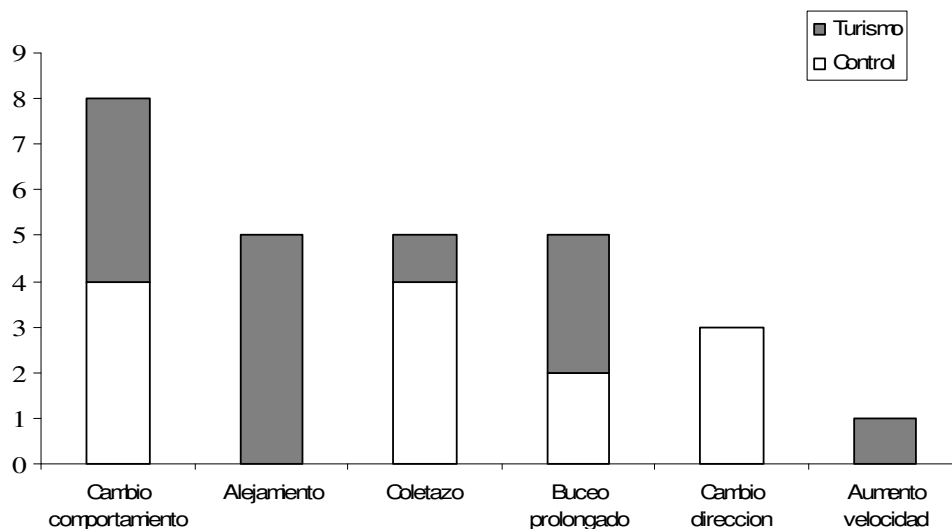


Figura 8. Frecuencia de reacciones negativas presentadas por el delfín manchado en Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica (2004-2005 y 2005-2006).

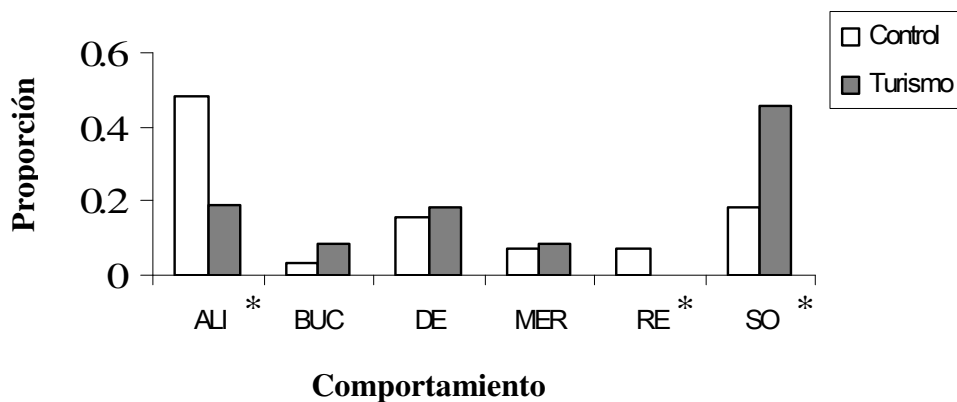


Figura 9. Proporción de avistamientos de con grupos Control y Turismo en presencia de distintos comportamientos del delfín manchado en Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica (2004-2005 y 2005-2006). ALI=Alimentación, BUC=Buceo, DE=Desplazamiento, RE=Reposos y SO=Socialización. * =diferencias significativas según GLM (95% confianza)

ANEXO I

Encuesta realizada a dueños o administradores de operadoras de turismo, guías y capitanes en Bahía Drake, Costa Rica (Julio 2006)

1. ¿Cuántos botes posee su negocio? (solo administradores)

	Botes	Caballaje	Tipo motor (marca/modelo)
1			
2			
3			
...			

2. ¿Para qué actividades son utilizados los botes? De 1 a 3

(0= nunca, 1=poca frecuencia y 3=mucha frecuencia/ números pueden repetirse)

- a() transporte a sierpe b() tours a Corcovado c() esnorquel /buceo
 d() tours a la isla e() observación ballenas/delfines f() pesca
 g() otro _____

3. Los motores son revisados o cambiados cada... (solo administradores)

- a() 6 meses o menos b() 6 meses a 1 año c() 2 años o más

4. ¿Con qué frecuencia sale y entra a Sierpe?

Época Seca

- a() 1 ó 2 veces al día
 b() día de por medio
 c() 1 vez x semana
 d() 1 vez cada 15 o mas días

Época Lluviosa

- () 1 ó 2 veces al día
 () día de por medio
 () 1 vez x semana
 () 1 vez cada 15 o mas días

5. Durante los viajes en bote con turistas, si observan D/B se acercan a mirarlos? (solo guías y capitanes)

()Si ()No Tiempo promedio de observación _____

6. ¿Ustedes ofrecen tours para observar D y B?

- a. Si, directamente _____ b. Si, a través de otro negocio _____ c. No _____

Si contesta si....

7. ¿Cuánto cuesta este tour por persona? (solo administradores)

Época Seca_____ Época Lluviosa_____

8. ¿Hace cuánto tiempo ofrecen este servicio? (solo administradores)

() 1 año () 3 años () 5 años () mas de 5 años

9. ¿Se intensifica la demanda por estos tours ciertos meses del año? Especifique

a. Época seca (dic-abril)_____ b. Época lluviosa (mayo-nov)_____ c. () Es igual

10. ¿Cuántos turistas tienen por semana haciendo estos tours? (*promedio por semana*) (solo administradores)

a. Época seca (dic-abril)_____ b. Época lluviosa (mayo-nov)_____

11. ¿Considera que ha aumentado en esta actividad de 10 años para acá? () Si () No

12. ¿Sabía que existe una regulación para realizar esta actividad? () Si () No

Si contesta sí...

13. ¿Hace cuánto se enteró? _____

14. ¿A través de que medio se enteró? (*pueden marcar varios*)

a() Prensa escrita b() Televisión c() Hotel d() Charla /dictada por_____

e() Panfleto Isla f() Otro_____

15. ¿Sabían sus capitanes de la existencia de esta ley? () Si () No () No sabe (solo administradores)

16. ¿Ha leído esta regulación? () Si () No

Si contesta sí...

17. ¿A quién piensa que benefician estas regulaciones?

a() los animales b() los turistas c() operador de turismo d() Todas e() Ninguna

18. ¿Las regulaciones son seguidas por todos los que practican esta actividad en la bahía?

a() siempre b() a veces c() nunca

19. ¿Cree que se debe modificar algo en las regulaciones?

Continuación de Anexo II

Negocio	# Botes	Caballaje	Motor	Tiempos
13		130	Yamaha	4
14	5	150	Yamaha	4
14		70	Tohatsu	2
14		50	Yamaha	4
14		25	Yamaha	2
14		150	Everlude*	N
15	2	75	Mariner	2
15		40	Susuki	2
16	4	70	Susuki	4
16		55	Johnson	2
16		55	Johnson	2
16		70	Susuki	4
17	3	200	Susuki	4
17		30	Honda	4
17		50	Yamaha	4
18	2	200	Susuki	4
18		115	Yamaha	4
19	1	100	Yamaha	4
20	1	55	Everlude	2
21	1	N	N	N
22	1	N	Johnson	2
23	1	45	Everlude	2
24*	3	115	Yamaha	4
24		N	N	N
24		115	Yamaha	4
25*	1	N	Susuki	4
26*	2	N	N	N
		N	N	N
MINAE-Isla Caño	1	55	Yamaha	2
Número mínimo de botes en la zona	=67			