DISTRIBUCIÓN Y USO DE HÁBITAT DEL DELFÍN NARIZ DE BOTELLA *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) (CETACEA: DELPHINIDAE) EN BOCAS DEL TORO, COSTA CARIBE DE PANAMÁ

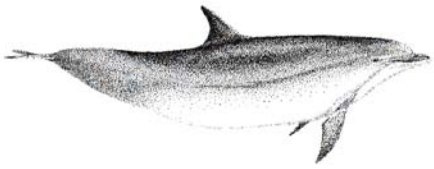
DALIA CAROLINA BARRAGÁN BARRERA

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA
BOGOTÁ - SANTA MARTA
2010

DISTRIBUCIÓN Y USO DE HÁBITAT DEL DELFÍN NARIZ DE BOTELLA *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) (CETACEA: DELPHINIDAE) EN BOCAS DEL TORO, COSTA CARIBE DE PANAMÁ

DALIA CAROLINA BARRAGÁN BARRERA

Proyecto del trabajo de grado para optar al título de Biólogo Marino



Director
LAURA JOHANNA MAY COLLADO, Ph.D.
Prof. Universidad de Puerto Rico – Río Piedras
Prof. Afiliada a George Mason University

Asesores

ALEJANDRO URIBE
Biólogo Marino UJTL

ADOLFO SANJUÁN MUÑOZ M.Sc.
Biólogo Marino UJTL
Candidato Ph.D.

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA
BOGOTÁ - SANTA MARTA
2010

Nota de aceptación

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Firma Presidente del Jurado

_____

Jurado

_____

Jurado

_____

Santa Marta, Bogotá (Colombia), 2010

Contaba “El Oso” de Moris…

Yo vivía en el bosque muy contento,
caminaba, caminaba sin cesar.
Las mañanas y las tardes eran mías,
a la noche me tiraba a descansar.

Pero un día vino el hombre con sus jaulas,
me encerró y me llevó a la ciudad.
En el circo me enseñaron las piruetas,
y yo así perdí mi amada libertad.

*"**Confórmate**" me decía un tigre viejo,*
"nunca el techo y la comida han de faltar,
sólo exigen que hagamos las piruetas
y a los chicos podamos alegrar".

Han pasado cuatro años de esta vida,
con el circo recorrí el mundo así.
Pero nunca pude olvidarme de todo,
de mis bosques, de mis tardes y de mí.

En un pueblito alejado
alguien no cerró el candado.
Era una noche sin luna
y yo dejé la ciudad.

Ahora piso yo el suelo de mi bosque,
otra vez el verde de la libertad.
Estoy viejo, pero las tardes son mías,
vuelvo al bosque… estoy contento de verdad!!.

Mamá y bebé delfín
Ilustración: Juana Martina Ramírez Barragán

A Martina, porque me enseñó que en la vida todo vale la pena,
y que la felicidad está a la medida en que descubramos nuestra propia libertad,
y la libertad jamás se atañe a lo mundano…
A mi madre porque me hizo ver que en la vida todo es posible, y me crió con la entereza necesaria para saber cómo enfrentar la realidad.
Y sobre todo por su paciencia!
A Laura porque me demostró que el camino difícil siempre es el más viable.
A Bill Rossiter y todo el equipo de Cetacean Society International,
gracias por hacer esta investigación una realidad.
Y a todos los que confiaron en mí… y a los que no…
Aquí está el resultado de sus discusiones…
Conformarse no siempre vale la pena…
¡Muchas gracias!

AGRADECIMIENTOS

Soy mujer, y me molesta el menosprecio histórico al que se ha tenido que soportar el género. Y conociendo la fuerza congénita con la que hemos sido forjadas, no me sorprende que en principio este trabajo se lo deba a muchas mujeres.

Agradezco a mi madre Emperatriz por todo su apoyo incondicional en todas las decisiones que he tomado hasta ahora. Si alguna vez dudé, ella me supo guiar, y hasta ahora todo ha sido posible gracias a ella. Muchas gracias por todo y por su paciencia.

A mi hija Martina. Sólo por ella he conocido el sabor de la lucha y perseverancia, he sabido que no todo es fácil en la vida. Pero al ver sus ojos y escucharla hablar me doy cuenta que todo vale la pena. Sólo ella ha sabido enseñarme a valorar la vida, cada instante.

A mi directora Laura. Agradezco mucho el haber confiado en mí para realizar este proyecto. Por haberme brindado toda su confianza y abierto las puertas de su hogar. Gracias a ella y a toda su familia. A Ingi, Amélie y al pequeño Eidur. A Laura le debo mis sueños pues los ha hecho posibles. A ella expreso toda mi admiración y respeto por ser la persona que es. La aprecio mucho. A ella le debo todo ¡Gracias infinitas! Como investigadora he aprendido mucho de su experiencia, y sé que a nivel profesional soy lo que soy gracias ella. ¡Muchas gracias!

A Bill Rossiter y el equipo de Cetacean Society International por su apoyo y financiación a este proyecto. Thanks a lot! I know this Project has been possible by your support. I'm very thankful for you help. Thanks for believe in me.

A mi familia: Mi padre Fernando, hermana Elizabeth y hermano Julián, sobrina Majo (¡te adoro!), primas, primos, tíos y tías. Gracias por todo su apoyo durante mi carrera y siempre.

A David Palacios “Pala” de la Fundación Keto por su apoyo en campo. Muchas gracias por acompañarme en las giras de campo y tenerme paciencia. Nunca es fácil la primera vez.

A Rachel Collin, Gabriel Jácome, Plinio Góndola, Arcadio Castillo, Urania Gonzáles, Marlon Smith, Gilberto Murray, Eric Brown, y todo el personal de la Estación Marina de Bocas de Bocas del Toro del Instituto Smithsoniano de Investigaciones Tropicales STRI por su apoyo logístico, y por la calidez brindada durante mi estancia en Bocas del Toro.

A Alejandro Uribe por su colaboración y comentarios en el documento final. Estoy muy agradecida por tomarse el tiempo de revisar este proyecto. ¡Muchas gracias!

A The Nature Conservancy TNC y Malena Sarlo de dicha institución, por brindarme la Base Cartográfica de Bocas del Toro. Muchísimas gracias por su colaboración y su confianza.

A Natali Acosta, Carlos Flórez y Carlos Zambrana por su valiosa colaboración en el análisis espacial. Nata, gracias por tu paciencia en tiempos de crisis.

A Erwin Gonzáles por toda la información y artículos científicos que me proporcionó para realizar este proyecto. A él ¡muchas gracias!

A mis amigas: No las nombro a cada una porque no acabaría. Algunas: Sofi, Liz, Tatis, Nayis, Kate, Kari, Patola, Alessa, Deisy Julieth, Yury Andrea, Erica Natalia… A las chicas de Macuáticos Colombia, a las chicas de la Universidad

de Puerto Rico – Río Piedras, a la gente de la Asociación Akuaippa… Gracias por todo su apoyo, sus alegrías y sus tristezas. Gracias por ayudarme con Martina. Gracias por prestarme el computador (Lili, Kate y Liz), pero pude demostrarles que en pleno siglo XXI se puede sobrevivir sin portátil y sin memoria USB. A Carlos Pachón por su buena energía pero sobre todo por sus buenas ideas. Y bueno, a mis amigos también…

A la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano y al Programa de Biología Marina, especialmente a Liliana Rocha por toda su colaboración. A mis profes, especialmente a Adolfo Sanjuan, Amparo Canosa y Javier Hernández. Gracias a todos los maestros que me han guiado hasta aquí, y han despertado en mí el interés por la ciencia. A mis maestros de Arte y Diseño Gráfico. Gracias por enseñarme técnicas diferentes de ilustración. La verdad que para mí el arte tenía más importancia. Y todavía la tiene. Sólo que ahora la ciencia me gusta más…

A los que ya no están a mi lado. Hay muchas formas de partir. Es triste cuando parten al otro mundo, pero lo es más cuando simplemente se van de la vida. De todos modos, al final nos encontraremos de nuevo, cuando el camino se acabe…

Cuando tenía 12 alguien me dijo: *“Eres de los 80’s… Verás morir a muchos grandes…”* Y obvio! durante la realización de este proyecto partieron muchas personas, algunas más conocidas que otras, pero a los que sabían cantar ¡gracias por su música! Sólo por ustedes me mantuve (y estoy) despierta hasta la madrugada finalizando la tesis.

Al Departamento de Ciencias Básicas de la Tadeo y a todas las profes. Gracias por darme la oportunidad de trabajar, y por dejarme tiempo libre para terminar la tesis. Al profe Miguel Ángel Rodríguez por ayudarme con la estadística. De veras, ¡muchas gracias!

Si se me olvida alguien y está leyendo este documento, de todos modos ¡Gracias!

Y por último, no por menos importancia, sino porque siempre me gusta dejar lo mejor para el final, agradezco a Dios, la Fuerza, Buda… Como sea que lo quieran llamar, pues, aunque mi formación académica me ilustre hacia el concepto científico (por así denominarlo) del origen de la vida, la verdad no veo diferencia alguna entre el origen de la vida a partir de la teoría del Big-Bang o la versión divina. Para mí, y sé de alguien que se reiría de estas palabras, el principio tan sólo estuvo predeterminado por unas palabras:
"En el principio todo era oscuridad y el Espíritu de Dios se movía sobre las aguas (…) Y entonces Dios dijo: -Hágase el Big-Bang! Y el Big-Bang se hizo…"

Y porque si no hubiera ocurrido el Big-Bang, Dios no habría dicho después:
"Hágase los delfines…" Y entonces esta tesis se hizo.

¡Muchas gracias!

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

RESUMEN 1

ABSTRACT 3

1. INTRODUCCIÓN JUSTIFICADA 5

2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE 11

2.1. GENERALIDADES DE LA ESPECIE *Tursiops truncatus* 11

2.1.1. Estatus taxonómico de *Tursiops truncatus*, ecotipos y divergencias genéticas con *T. aduncus* 11

2.1.2. Características externas de *Tursiops truncatus* 15

2.1.3. Sociedad, forrajeo y depredación 17

2.1.4. Reproducción, crecimiento y desarrollo 23

2.2. DISTRIBUCIÓN Y USO DE HÁBITAT DE *Tursiops truncatus* 25

2.3. INDUSTRIA DE OBSERVACIÓN DE CETÁCEOS 31

2.4. ANTECEDENTES CIENTÍFICOS 36

2.4.1. Estado del conocimiento alrededor del mundo 36

2.4.2. Estado del conocimiento en el Pacífico latinoamericano 40

2.4.3. Estado del conocimiento en el Caribe y Atlántico latinoamericano 41

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 45

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 46

5. HIPÓTESIS 47

6. METODOLOGÍA 49

6.1. ÁREA DE ESTUDIO 49

6.1.1. Sistemas marino-costeros de Bocas del Toro y fauna asociada 50

6.1.2. Precipitación, drenaje y cuencas 55

6.2. FASE DE CAMPO 56
6.2.1. Datos ambientales 56
6.2.2. Recorridos 56
6.2.3. Seguimiento de grupos 58
6.2.4. Composición y estructura grupal 59
6.2.5. Distribución 59
6.2.5.1. Recorridos 59
6.2.5.2. Sobrevuelos 60
6.2.6. Uso de hábitat 62
6.2.7. Datos de tráfico de botes 63
6.3. FASE DE GABINETE 64
7. RESULTADOS 67
7.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL AGUA 67
7.1.1. Concentración oxígeno disuelto 67
7.1.2. Temperatura superficial del agua 67
7.1.3. Salinidad del agua 68
7.2. OCURRENCIA 69
7.3 TAMAÑO DE GRUPO 71
7.4. DISTRIBUCIÓN 73
7.4.1. Recorridos en bote 73
7.4.2. Sobrevuelos 74
7.5 USO DEL HÁBITAT 75
7.4 EFECTO DE BOTES 77
7.4.1. Uso del hábitat 77
7.4.2. Traslape espacial 79
7.4.3. Ocurrencia grupal e individual 81
8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 83
8.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL AGUA 83
8.1.1. Concentración oxígeno disuelto 85
8.1.2. Temperatura superficial del agua 86

8.1.3. Salinidad del agua 86
8.2. OCURRENCIA 89
8.3 TAMAÑO DE GRUPO 90
8.4. DISTRIBUCIÓN 96
8.4.1. Recorridos en bote 96
8.4.2. Sobrevuelos 102
8.5 USO DEL HÁBITAT 104
8.4 EFECTO DE BOTES 108
8.4.1. Uso del hábitat 109
8.4.2. Traslape espacial 119
8.4.3. Ocurrencia grupal e individual 120
9. CONCLUSIONES 123
10. RECOMENDACIONES 127
11. BIBLIOGRAFÍA 130
ANEXOS 168

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Tamaño promedio de grupo de *Tursiops truncatus* en diferentes locaciones alrededor del mundo. 91

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Comparación en tamaño de los ecotipos costero y oceánico del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* en relación a la talla promedio de un ser humano. 14

Figura 2. Esquema de coloración de *Tursiops truncatus* 16

Figura 3. Anatomía externa y características morfológicas generales del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus.* 16

Figura 4. Agrupación de delfines en actividad de desplazamiento a partir de saltos en la superficie del agua. 18

Figura 5. Distribución de *T. truncatus* a nivel mundial según CITES. 25

Figura 6. Área de estudio: Archipiélago de Bocas del Toro. 49

Figura 7. Sistemas marino-costeros de Bocas del Toro. 52

Figura 8. Especies características de los ecosistemas marino-costeros de Bocas del Toro. 53

Figura 9. Estación meteorológica de la Estación Marina de Bocas del Toro del Instituto Smithsoniano de Investigaciones Tropicales. 57

Figura 10. Mapa del área de estudio delimitando las rutas realizadas durante los muestreos. 58

Figura 11. Bote “Issurus” con motor fuera de borda, perteneciente a la Estación Marina de Bocas del Toro del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, utilizado para realizar las salidas de campo. 59

Figura 12. Trabajo de campo. 59

Figura 13. Avión Cessna206 piloteado por el capitán Chuck Heywood de la entidad LightHawk, utilizado para realizar vuelos sobre el Archipiélago de Bocas del Toro. 60

Figura 14. Esquema de vuelo realizado sobre Bocas del Toro para el Proyecto “Bufeo” dirigido por la Dra. Laura May Collado. 61

Figura 15. Tipos de botes que transitan en la región de Bocas del Toro. 63

Figura 16. Curva anual de concentración de oxígeno disuelto (ml/L) de Bocas del Toro durante los años 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009. 66

Figura 17. Curva anual de temperatura superficial del agua (°C) de Bocas del Toro durante los años 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009. 67

Figura 18. Curva anual de salinidad del agua (ppm) de Bocas del Toro durante los años 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009. 68

Figura 19. Tasa de ocurrencia de grupos de delfines por día para cada año de muestreo. 69

Figura 20. Tasa de ocurrencia de individuos por día para cada año de muestreo. 69

Figura 21. Tamaño grupal de delfines distribuido por rangos a través de los años. 70

Figura 22. Tamaño promedio de los grupos de delfines a través de los años. 71

Figura 23. Tamaño promedio de grupo en relación al comportamiento predominante. 71

Figura 24. Análisis de Kernel que muestra la distribución del delfín nariz de botella sobre el Archipiélago de Bocas del Toro. 72

Figura 25. Avistamientos aéreos de delfín nariz de botella sobre la región de Bocas del Toro. 73

Figura 26. Fotografías aéreas de delfín nariz de botella sobre la región de Bocas del Toro. 73

Figura 27. Proporción de actividades realizadas por el delfín nariz de botella en la región de Bocas del Toro. 74

Figura 28. Análisis de Kernel que muestra la distribución del delfín nariz de botella respecto a actividades de alimentación sobre el Archipiélago de Bocas del Toro. 75

Figura 29. Análisis de Kernel que muestra la distribución del delfín nariz de botella respecto a actividades sociales sobre Bocas del Toro. 75

Figura 30. Análisis de Kernel que muestra la distribución del delfín nariz de botella respecto a actividades de desplazamiento sobre el Archipiélago de Bocas del Toro. 76

Figura 31. Histograma de comportamiento predominante de los grupos de delfines en relación a las variables presencia/ausencia de botes. 77

Figura 32. Histograma de comportamiento predominante de los grupos de delfines en relación a las categorías de botes**.** 77

Figura 33. Distribución de botes sobre el Archipiélago de Bocas del Toro 78

Figura 34. Proporción de tipos de botes registrados durante los avistamientos con delfines nariz de botella en Bocas del Toro. 79

Figura 35. Tasa de ocurrencia de individuos y grupos por día en relación a las variables presencia/ausencia de botes. 80

Figura 36. Tasa de ocurrencia de grupos por día para cada año de muestreo, en relación a las variables presencia/ausencia de botes. 81

Figura 37. Tasa de ocurrencia de individuos por día para cada año de muestreo, en relación a las variables presencia/ausencia de botes. 81

Figura 38. Corriente del Caribe representada por el Análisis de Velocidad Global Mariano (MGSVA). 83

Figura 39. Mapa general de Panamá y Costa Rica delimitando el Refugio de Vida Salvaje Gandoca - Manzanillo y el Archipiélago de Bocas del Toro. 102

Figura 42 (a-c). Bote de WW frente a un delfín nariz de botella. 109

Figura 43 (a-e). Bote acercándose agresivamente, rápido y dirigido a un individuo de delfín nariz de botella. 109

Figura 44 (a-i). Maniobra realizada por operadores turísticos para avistar delfines. 110

Figura 45. Acercamiento no regulado de botes de turismo de observación de cetáceos (WW) hacia un grupo de delfines. 112

Figura 46. Únicos registros de conductas de descanso de delfines nariz de botella en Bocas del Toro. 113

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo A. Formato para avistamiento desde bote. 167

Anexo B. Formato para comportamiento. 168

RESUMEN

En el Archipiélago de Bocas del Toro, ubicado en la Costa Caribe de Panamá, habita una pequeña población costera de delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) que consta de al menos 300 individuos y que muestra residencia al sitio. Por este motivo, y debido a la facilidad avistar delfines en la región, se ha presentado un incremento excesivo en la industria de observación de cetáceos. Con el objetivo de determinar la forma en que los delfines se distribuyen y usan el hábitat en relación a factores topográficos, batimétricos, ambientales y antropogénicos, se han llevado a cabo monitoreos a bordo de un bote fuera de borda perteneciente a la Estación Marina de Bocas del Toro del Instituto Smithsoniano de Investigaciones Tropicales STRI, siguiendo transectos preestablecidos entre las islas y la costa, desde las 7 am hasta las 5 pm, cubriendo temporadas seca y lluviosa durante 2004, 2006, 2007, 2008 y 2009. Los delfines nariz de botella se distribuyen en áreas poco profundas (inferiores a 20 m) adyacentes a ecosistemas productivos, siendo la bahía Bocatorito un área crítica de distribución. Los delfines invierten la mayor parte del tiempo a realizar actividades asociadas con la alimentación, desplazamiento y relaciones sociales entre madre y cría. La alta productividad de las aguas de Bocas del Toro favorece la presencia de una alta diversidad de ecosistemas marino-costeros (e.g. arrecifes coralinos, bosques de manglar, praderas de pastos marinos) que permiten el desarrollo de una gran diversidad de especies marinas que proporcionan un amplio recurso alimenticio a los delfines. Adicionalmente, las condiciones fisicoquímicas del agua (e.g., concentración de oxígeno disuelto, salinidad y temperatura superficial del agua), batimétricas y topográficas, favorecen la presencia del delfín nariz de botella en la región. No obstante, el tráfico de botes ejerce un efecto negativo sobre los delfines, los cuales muestran cambios de comportamiento durante las interacciones con embarcaciones, aumentando sus tiempos de buceo y desplazamiento. En el

área los delfines interactúan principalmente con botes de observación de cetáceos (whale/dolphin-watching, WW) que ejercen una presión sobre los delfines, los cuales reflejan conductas de desplazamiento como predominantes en la región. Consecuentemente actividades de descanso y vagabundeo se relacionan a la ausencia de lanchas. Observaciones previas muestran que tanto la frecuencia, duración y modulación de los silbidos emitidos por los delfines también varían, en respuesta a la interacción con más de un bote. De este modo, el sobrelapamiento del tráfico de botes con las áreas de distribución de delfines podría forzar a los animales a ocupar otros rangos de hábitat, en regiones cercanas potencialmente más tranquilas (en términos de ruido). Por tanto, se requieren esfuerzos para regular esta industria en el Archipiélago.

ABSTRACT

A small population of bottlenose dolphins inhabits the Archipelago of Bocas del Toro (Caribbean Panama). The easiness at which these dolphins can be found has led to intensive and fast growing dolphin-watching industry in the Archipelago. This study evaluates distribution and habitat use of bottlenose dolphin in Bocas del Toro, related to topographic, bathymetric and anthropogenic factors. The study took place in 2004 and from 2006 to 2009. Surveys were carried from a small out-board engine fiberglass boat from 7 a.m. to 5 p.m. following pre-established strip-transects. The results indicate that bottlenose dolphins in Bocas del Toro use primarily shallow waters (less than 20 m deep) near mangrove forest where dolphin groups are found primarily traveling, feeding and engaging in social activities (relationship mother-calves). Bottlenose dolphin is distributed principally in Bocatorito Bay; therefore this Bay is a critical area for them. Bocas del Toro is a very productive area that contains diverse marine ecosystems e.g., coral reef, sea glasses and mangrove forest that are source of food and refuge for these dolphins. In addition, bathymetric, topographic and physic-chemistry conditions of surface water (e.g., dissolved oxygen concentration, salinity, temperature) conditions in Bocas del Toro favor presence of bottlenose dolphins in this area. However, noise impact could affect negatively this population gradually. Thus in the absence of boats, dolphins were mainly engage in milling and resting behaviors, whereas in the presence of multiple boats dolphins tended to shift to diving and traveling behaviors. In Bocas del Toro dolphins interacts principally with whale/dolphin boats (WW), which ones exert a pressure on dolphins, and consequently they use the habitat principally to traveling. Previous studies have found that Bocas dolphins react acoustically and behaviorally to intense dolphin-watching boats. As the number of boats dedicated to dolphin-watching activities grows it is possible that the core dolphin habitat becomes inhospitable forcing the dolphins to move to other

areas. Ongoing conservation efforts should take in consideration the regulation of this industry.

1. INTRODUCCIÓN JUSTIFICADA

El delfín nariz de botella o delfín mular (*Tursiops* spp.) es una de las especies de cetáceos más conocida y estudiada alrededor del mundo. Ésto se debe a su amplio rango de distribución y gran plasticidad de ocupar una gran variedad de nichos ecológicos (Ben, 1995). La especie muestra adaptaciones específicas a la ecología local, por lo cual exhibe un amplio rango de comportamientos que evidencia su carácter oportunista (Grigg y Markowitz, 1997), lo cual permite su adaptación a casi cualquier tipo de ambiente. De esta manera el delfín nariz de botella se ha convertido en una de las especies más frecuentes en acuarios y oceanarios (Defran *et al*., 1999), y se muestra como un animal carismático hacia los humanos.

El delfín nariz de botella es fácilmente reconocido por su cuerpo robusto, aleta dorsal falcada, coloración grisácea y rostro corto (Culik, 2004). Del género *Tursiops* se reconocen dos especies: *T. aduncus* y *T. truncatus*. El delfín nariz de botella del Indo-Pacífico (*T. aduncus*), habita en el Oceáno Índico, distribuyéndose en aguas de Australia, China y Sudáfrica; mientras que el delfín nariz de botella (*T. truncatus*) se distribuye ampliamente en aguas tropicales alrededor del mundo (Culik, 2004; Natoli *et al.*, 2004). No obstante, es posible que existan más especies de este género. Evidencia molecular sugiere que en aguas del sureste australiano, en donde la distribución de *T. truncatus* y *T. aduncus* está sobrelapada, puede existir un nuevo taxón aún sin confirmar (Charlton-Robb *et al.*, 2009). El carácter oportunista de la especie, que le permite ocupar cualquier tipo de hábitat (Cribb *et al*., 2008; Grigg y Markowitz, 1997), conforma asociaciones de delfines nariz de botella que muestran comportamientos únicos, principalmente de tipo alimenticio (e.g., Sargeant *et al.*, 2007; Weiss, 2006; Duffy-Echevarria *et al.*, 2008; Allen *et al.*, 2001), asociándose en grupos sociales especializados que podrían generar

nuevas especies (Sargeant *et al.*, 2007). Sin embargo, es notable que las condiciones ambientales son definitivas para generar este tipo de especializaciones (Weiss, 2006; Sargeant *et al.*, 2007), que aunque no han diversificado más especies, han permitido diferenciar claramente dos ecotipos (Hoelzel *et al.*, 1998; Wang *et al.*, 1999, 2000).

Los ecotipos costero y oceánico se han descrito para el delfín nariz de botella *T. truncatus*, los cuales presentan diferencias en morfología (Wang *et al*., 2000), preferencias de alimentación (Mead y Potter, 1995), y posiblemente en su estructura social (May-Collado *et al.,* 2007). El ecotipo costero de delfín nariz de botella vive en asociaciones o grupos definidos, en las cuales delfines residentes viven en un mosaico de hábitat traslapados (Fazioli *et al.*, 2006; Balmer *et al*., 2008; Wells *et al.*, 1999). A pesar de su habilidad para recorrer largas distancias, los delfines nariz de botella presentan marcadas diferencias genéticas en varios niveles geográficos. La variabilidad genética es baja en poblaciones costeras sugiriendo altos niveles de residencia por lo menos en algunas zonas (e.g., Natoli *et al.,* 2004; Parsons *et al.,* 2006 y Segura *et al.,* 2006) y un bajo intercambio genético entre áreas vecinas. De esta forma, el tamaño poblacional bajo, la alta fidelidad al sitio, las especializaciones al hábitat, y el bajo flujo genético son entre otros, algunos de los factores que hacen al delfín nariz de botella costero vulnerable a las actividades humanas (May-Collado *et al.,* 2007; May-Collado y Wartzok, 2008).

Las poblaciones costeras de delfines nariz de botella que están en contacto frecuente con actividades humanas, tienden a ver sus actividades vitales como alimentación y reproducción más afectadas (Culik, 2004; Taubitz 2006). Desde la aparición de botes motorizados, los niveles de ruido de motores bajo el agua han venido incrementando particularmente en áreas costeras, afectando las poblaciones de varias especies de organismos marinos (Nowacek *et al*., 2001; Kruse, 1991; Bedjer *et al.,* 1999; May-Collado y Wartzok, 2008; Engas e*t al*., 1995; En: Hastie *et al.*, 2003). Aunque la contaminación sónica no pueden causar mortalidad directa (con algunas excepciones como el sonar militar),

éstas pueden generar efectos negativos acumulativos a lo largo del tiempo (May-Collado *et al.*, 2007; Lusseau, 2003).

Debido al uso de hábitats costeros con altos niveles de diversidad y a su sensibilidad a la contaminación (sónica y química), los delfines nariz de botella son considerados indicadores de la salud y productividad de los ecosistemas, ya que ejercen un papel importante en los flujos de materia y energía por ser consumidores en la mayoría de los niveles tróficos (Katona y Whitehead, 1988). Adicionalmente, por ser "top" depredadores de la red trófica marina, cambios drásticos en otros niveles de dicha red se puede ver reflejado en el estado de salud de los animales de los primeros niveles tróficos. De esta manera, se asocian también como indicadores de los cambios ambientales relacionados con el calentamiento global (Simmonds e Isaac, 2007). Adicionalmente, los delfines nariz de botella son componentes vulnerables de la comunidad marina. Su baja tasa de reproducción puede verse altamente afectada por la extracción pesquera dirigida de especies importantes que forman parte de su dieta (CIESM, 2004), por el calentamiento global que afecta su hábitat y la distribución y abundancia de sus presas (Simmonds e Isaac, 2007), y por la contaminación sónica que tiene el potencial de enmascarar señales importantes que estos usan para reproducirse y alimentarse (Culik, 2004; Lusseau, 2003; Nowacek *et al*., 2001; Kruse, 1991; Au y Perryman, 1982; Urick, 1983, Hastie *et al*., 2003, Bedjer *et al.,* 1999; May-Collado y Wartzok, 2008).

A pesar que la especie ha sido estudiada extensivamente en varias partes del mundo (Connor *et al.* 2000), estaba citada hasta hace un año en el Libro Rojo de la UICN bajo la categoría DD como Insuficientemente Conocida (Hammond *et al.,* 2008), principalmente porque no existían datos de abundancia que pudieran definir su estado poblacional. El incremento de estudios poblacionales hacia el delfín nariz de botella que dieron indicios de su estado poblacional a nivel mundial, han permitido que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales cataloguen al delfín nariz de botella

como Preocupación Menor (LC) (UICN, 2010). Sin embargo, la especie está considerada como Dependiente de Conservación y adicionalmente para CITES (2008) se la incluye en el Apéndice II como "una especie en peligro si su manejo no está controlado". En este sentido, se debe reforzar los estudios ecológicos y de impacto ambiental que permitan la proposición de planes de manejo adecuados para su conservación, ya que a partir de esta categorización de la UICN, es posible que la presión antrópica se incremente sobre estos individuos, afectando de manera paulatina a las poblaciones de delfín nariz de botella.

Asumiendo la vulnerabilidad de la especie cuando estaba categorizada como Insuficientemente Conocida, es de situación preocupante asumir que para la especie no existen riesgos que puedan afectar sus poblaciones. Actividades antrópicas que incluyen pesquerías, contaminación ambiental, tráfico de botes, actividades militares, entre otras, pueden generar impactos negativos a largo plazo que se traducen en mortalidad indirecta y decline de las poblaciones de delfines nariz de botella alrededor del mundo (Gerrodette y Gilmartin, 1990; Kraus, 1990; Kenney y Kraus, 1993; Doak *et al*., 1994; Marmontel *et al*., 1997; Burney *et al*., 2001; Eguchi, 2003; May-Collado *et al.,* 2007). Al menos investigaciones acerca de interacciones entre tránsito de botes de turismo y delfines nariz de botella han demostrado el impacto negativo sobre estos individuos (e.g., Lusseau, 2003, 2005; Stensland y Berggren, 2007; Christiansen *et al.*, 2010). Adicionalmente, se han registrado casos en Doubtful Sound (Nueva Zelanda), donde la población confinada a ambientes de baja salinidad y a altas concentraciones de patógenos (asociados a actividades antropogénicas) se ha visto afectada por enfermedades epidérmicas que en algunos casos extremos ha provocado la muerte en las crías (Currey *et al*., 2008). En estos casos, es notable que el deterioro ambiental del hábitat debido a actividades antrópicas puede diezmar poblaciones de delfines nariz de botella (Rowe *et al.*, 2010), sin mencionar además otros impactos de contaminación ambiental y pesquerías.

Alrededor del mundo se han realizado investigaciones de todo tipo, que incluyen estudios de foto-identificación, genéticos, ecológicos, poblacionales y acústicos. Por ejemplo, Lusseau (2006) examinó el comportamiento de *Tursiops* sp. en relación a los saltos que éstos animales realizan en el medio. Lockyer y Morris (1990) efectuaron observaciones en heridas y cicatrices presentes en los individuos, en tanto que Weir y Stockin (2001) han realizado estudios de distribución y abundancia en toda la costa de Aberdeenshire (Escocia). En bahía Moray (Escocia), Wilson *et al.* (1997) adelantaron un estudio a largo plazo estudiando la distribución y patrones de movimiento de estos delfines. En 1999, Wang *et al.* estudiaron a los delfines nariz de botella presentes en aguas de China e hicieron análisis y comparaciones de fragmentos de ADN mitocondrial, demostrando que existían diferencias genéticas entre los morfotipos presentes en el Indo-Pacífico (identificado desde entonces como *T. aduncus*) con los individuos que habitan el resto de los océanos del mundo (*T. truncatus*).

En Latinoamérica las investigaciones del delfín nariz de botella incluyen estudios ecológicos y poblacionales. Algunos estudios en el Caribe y Atlántico latinoamericano comprenden investigaciones para determinar distribución, comportamiento, estimación de tamaño poblacional, ocurrencia y uso de hábitat en Belice (Kerr *et al.*, 2005; Grigg y Markowitz, 1997); ocurrencia, comportamiento e interacciones interespecíficas con *Sotalia guianensis* en Costa Rica (Gamboa-Poveda y May-Collado, 2006; Acevedo *et al.,* 2005); distribución y ocurrencia en Puerto Rico (Rodríguez-Ferrer, 2001; Erdman, 1970); ocurrencia, distribución, uso de hábitat y aspectos biológicos y ecológicos en Colombia (Combatt y Gonzáles, 2007; García, 1998; Ávila, 1995); ocurrencia en Isla Margarita (Oviedo y Silva, 2005); y caracterizaciones de sonidos y vocalizaciones producidas por los delfines en Brasil (Azevedo *et al.,* 2007). En Argentina, Würsig (1978) describe el patrón de distribución estacional del delfín nariz de botella en el golfo de San José (océano Atlántico argentino).

En el Archipiélago de Bocas del Toro, la investigación sobre la biología de delfines nariz de botella inicia en el 2004 (May-Collado *et al.,* 2007). Durante seis años se ha generado datos de foto-identificación, datos poblacionales, y de interacciones con botes, caracterizando así el estatus ecológico y poblacional de la especie en la región. Este proyecto ha sentado las bases que establecen que la población local de delfines nariz de botella es residente al área, y que posiblemente varía estacionalmente en distribución y uso del hábitat. Se han propuesto varios factores que pueden estar determinando esta variación. Entre ellos, cambios estacionales en las características físico-químicas del hábitat que a su vez pueden estar determinando la presencia de presas importantes (May-Collado y Morales-Ramírez, 2005). Adicionalmente, cambios estacionales en la intensidad de la industria de observación de cetáceos pueden estar afectando también la manera en que estos animales utilizan su hábitat (Nowacek et al., 2001; Kruse, 1991; Au y Perryman, 1982; Urick, 1983, Hastie et al., 2003, Bedjer et al., 1999; Taubitz 2006, May-Collado y Wartzok, 2008).

Esta investigación está enmarcada dentro del Proyecto “Bufeo” desarrollado por la Dra. Laura J. May-Collado en el Archipiélago de Bocas del Toro (Costa Caribe de Panamá). Dentro de este marco de investigación, esta tesis tiene como objetivo determinar el uso espacial del hábitat por parte de estos delfines. Para ésto, se utilizó la base de datos del proyecto generada por la Dra. May-Collado para los años 2004 y 2006-2008 y una salida de campo de 15 días que se realizó en febrero de 2009. Esta investigación se realizó como requisito para optar al título de Biólogo Marino otorgado por el Programa de Biología Marina de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

2.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE *Tursiops truncatus*

2.1.1. Estatus taxonómico de *Tursiops truncatus,* ecotipos y divergencias genéticas con *T. aduncus*

El delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) fue descrito por primera vez como especie en 1804 por Lacépède (En: Wells y Scott, 1994) como *Delphinus nesarnack.* No obstante, el espécimen desapareció y el nombre científico se perdió con el tiempo por desuso. En 1821, Montagu (En: Wells y Scott, 1994) denominó al delfín nariz de botella como *Delphinus truncatus* a partir de observaciones realizadas sobre un individuo del Río Dart de Inglaterra, el cual compartía gran similaridad morfológica con el ya descrito *D. nesarnack.* Finalmente, Gray en 1843 ubicó las especies en un nuevo género *Tursiops* (Gervais, 1855 En: Wells y Scott, 1994), y la especie se reconoce desde entonces como *Tursiops truncatus*, que deriva del latín *Tursiu* que significa "delfín", del sufijo griego *-ops* cuyo significado es "apariencia" y del latín *trunco-* que significa "truncado" (Ben, 1995). En este caso, el nombre del delfín nariz de botella significa "delfín de apariencia truncada".

El delfín nariz de botella pertenece a la Clase Mammalia, Orden Cetacea, Familia Delphinidae y Género *Tursiops*. El registro fósil y las relaciones evolutivas del género *Tursiops* han sido revisados constantemente (e.g., Barnes en 1990). El primer registro fósil de la familia *Delphinidae* data del Mioceno Tardío (alrededor de 11 millones de años) (Barnes, 1990). Estos animales tenían características craneales similares a *Tursiops truncatus*, con tamaño intermedio, rostro (hocico) ancho y cráneo de anchura intermedia, lo cual sugiere que la dieta de estos individuos era similar a la de los delfines

nariz de botella modernos (Barnes, 1990). A pesar que el registro fósil de otros géneros de la familia Delphinidae están mejor representados por especímenes completos, se ha reconocido que el género *Tursiops* apareció hace alrededor de 5 millones de años. Los primeros registros de delfín nariz de botella datan del Pleistoceno y han sido encontrados tanto en el Océano Atlántico y Pacífico, indicando el amplio rango de distribución desde ese entonces (Barnes, 1990).

Los miembros de la familia Delphinidae se caracterizan por poseer un rostro distintivo, dos a más vértebras cervicales fusionadas y presentar 20 o más pares de dientes en la mandíbula superior (Martin, 1990). No obstante, la familia Delphinidae incluye una gran variedad de especies que presentan diversas formas, coloraciones y patrones de distribución (Ben, 1995). Por su parte, el género *Tursiops* es polimórfico y cerca de 20 especies han sido descritas. Sin embargo los estudios sistemáticos se han limitado a pequeñas poblaciones (muestras) de áreas geográficas restringidas, por lo cual muchas especies no han sido validadas (Mead y Potter, 1990; Ross y Cockcroft, 1990; Rice, 1998). Los morfotipos difieren en patrones de coloración, tamaño corporal y estructura del cráneo, aunque dichas características pueden ser el resultado del traslape en la distribución de poblaciones diferentes (Ross y Cockcroft, 1990; Natoli *et al.* 2004), y por esta razón sólo la especie *T. truncatus* ha sido reconocida (Ross y Cockcroft, 1990; Natoli *et al.*, 2004).

Morfotipos diferentes de delfín nariz de botella también pueden presentarse porque especies aisladas se aparean en lugares específicos dando lugar a nuevos especímenes. Es el caso del delfín de Risso *Grampus griseus* y el delfín nariz de botella que habitan la bahía de Blacksod en Irlanda, los cuales se han apareado entre sí dando lugar a especies intermedias o híbridos. Adicionalmente en un oceanario de Japón se han logrado nacimientos de crías cruzadas entre *Tursiops-Grampus* y *Tursiops-Steno* (Gaskin, 1982). Estos casos sugieren que eventos de este tipo en los cuales especies aparentemente diferentes se aparean entre sí pueden ser comunes, y por tanto definir especies se torna complejo si se trata de describir diversas formas híbridas. No obstante,

para solucionar paradigmas de este tipo se debe tratar con análisis filogenéticos.

En principio, se estableció al delfín nariz de botella como una especie única. Sin embargo, análisis filogenéticos de ADN mitocondrial indican que los delfines nariz de botella del Océano Índico están genéticamente más relacionados con diversas especies del género *Stenella* que con *T. truncatus* (Curry *et al.*, 1995; Curry, 1997; Curry y Smith, 1998). Por tanto, se han separado las especies: *T. aduncus*, conocido como delfín nariz de botella del Indo-Pacífico, ubicado en aguas de Australia, Océano Índico, China y Sudáfrica (Rice, 1998), y *T. truncatus* conocido como delfín nariz de botella, distribuido ampliamente en aguas tropicales alrededor del mundo (Culik, 2004; Natoli *et al.*, 2004). De la especie *T. truncatus* se han descrito características divergentes entre las poblaciones costeras y oceánicas en relación a la morfología, selección y captura de presas, definiendo de esta forma dos ecotipos: costeros y oceánicos (Mead y Potter, 1995; Perrin, 1984; Van Waerebeek *et al.*, 1990), los cuales también pueden presentar diferencias en su estructura social (May-Collado *et al.,* 2007).

Las formas oceánica y costera de la especie *T. truncatus* presentan también diferencias en relación a su estructura hematológica: Duffield *et al.* (1983) compararon muestras de sangre de 70 y 35 delfines nariz de botella del Océano Atlántico y Pacífico respectivamente, encontrando divergencias en la concentración de hemoglobina, volumen de células empaquetadas y en la cantidad de células rojas de la sangre. En adición Hersh y Duffield (1990) observaron que la estructura de la hemoglobina varía entre delfines costeros (asociados a aguas más someras) y oceánicos (habitantes de aguas profundas); de esta manera los delfines oceánicos, los cuales tienen acceso a áreas profundas, presentan una composición y un tipo de sangre más grasa útiles para realizar inmersiones profundas.

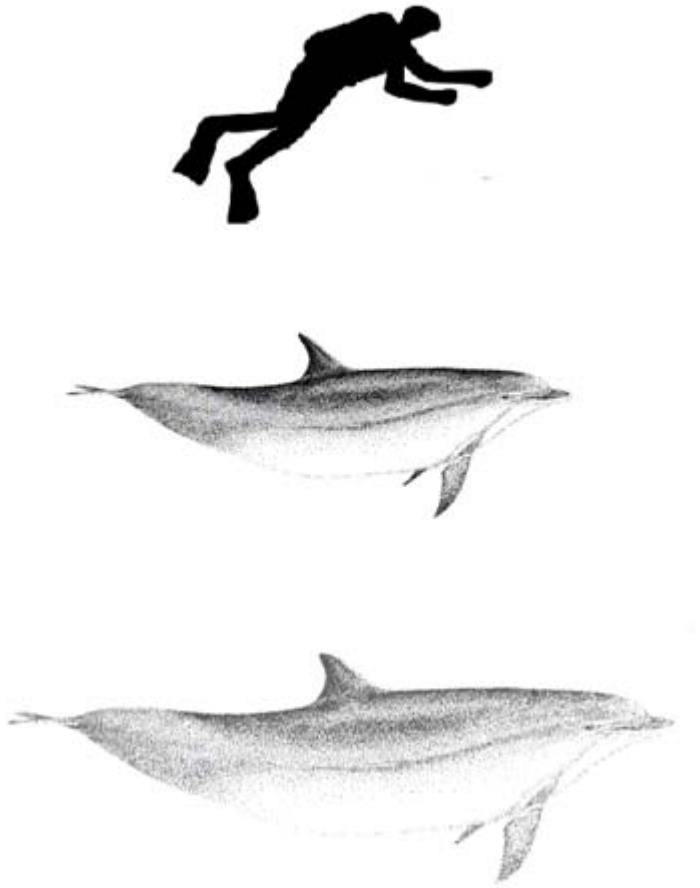


Figura 1. Comparación en tamaño de los ecotipos costero (arriba) y oceánico (abajo) del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* en relación a la talla promedio de un ser humano (Tomado y modificado de Chris Huh, 2006) (Ilustración: Barragán-Barrera, D. 2010).

La medida del cráneo también difiere en relación al tamaño corporal de cada ecotipo: los delfines oceánicos tienen un cuerpo más grande y un hocico proporcionalmente más pequeño que los costeros (Fig. 1) (Hersh y Duffield, 1990). La apariencia de estos delfines varía además en su coloración y tamaño de las aletas: la forma costera presenta una coloración más oscura y proporcionalmente al cuerpo tienen las aletas dorsales y caudales más grandes que los que habitan aguas oceánicas (Mareike, 2003). Adicionalmente, existen diferencias en el contenido estomacal y en la cantidad de parásitos: mientras que los delfines que habitan cerca de la costa se alimentan de una poca variedad de peces costeros, los delfines oceánicos presentan una rica dieta de

peces pelágicos y calamares. Por otro lado, diversos estudios demuestran que parásitos Céstodos como *Phyllobothrium delphini* y *Monorygma grimaldii* (Walker, 1981; En: Ben, 1995), Nemátodos del género *Crassicauda* sp. (que causan lesiones óseas cráneo-mandibulares) (Reyes, 1989; Hoelzel, 1998) y el balano ectocomensal *Xenobalanus globicipitis* (Van Waerebeek *et al.,* 1990) producen lesiones exclusivamente en delfines nariz de botella del ecotipo oceánico, en tanto que se registran heridas producidas por el balano *Braunina* sólo en estómagos de delfines del tipo costero (Mead y Potter, 1990). Estas diferencias se asocian principalmente a los hábitos alimenticios de cada ecotipo (Walker, 1981; En: Ben, 1995).

2.1.2. Características externas de *Tursiops truncatus*

El delfín nariz de botella o delfín mular posee un cuerpo grande y robusto de color gris oscuro casi negro o gris azulado en la parte dorsal, presentando una coloración suave en los flancos que se extiende hacia la región ventral, la cual puede adquirir un tono blanco e incluso rosado (Fig. 2); las crías a su vez presentan una coloración gris clara con el vientre blanco (Flórez *et al.*, 2004; Vásquez, 2005). Este patrón de coloración varía entre diferentes poblaciones y según el hábitat (Ben, 1995).

El delfín nariz de botella se caracteriza por presentar una trompa mediana y gruesa que se distingue del melon por un surco bien definido. Los adultos se extienden en longitud desde 1,9 hasta 3,8 m, y las crías al nacer miden 1,3 m (Jefferson *et al.*, 1993). El peso oscila entre 220 y 500 kg (Culik, 2004), con los machos que son levemente más grandes y considerablemente más pesados que las hembras en promedio. Los delfines que habitan aguas pelágicas frías también son de mayor tamaño (alcanzando una longitud media de 4 m y un peso de 600 kg en un macho adulto) en comparación a los que viven en aguas más cálidas y bajas (un macho adulto alcanza 2,5 m de longitud promedio y 250 kg de peso) (Hersh y Duffield, 1990; Vásquez, 2005).

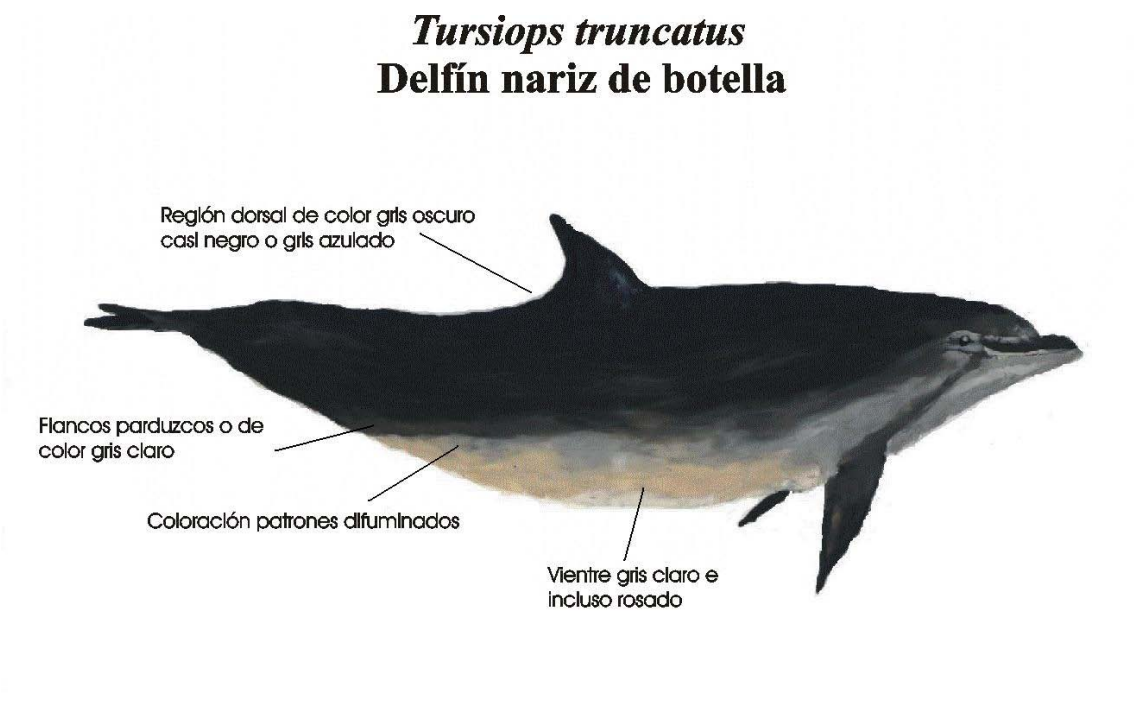


Figura 2. Esquema de coloración de *Tursiops truncatus* (Ilustración: Barragán-Barrera, D. 2008).

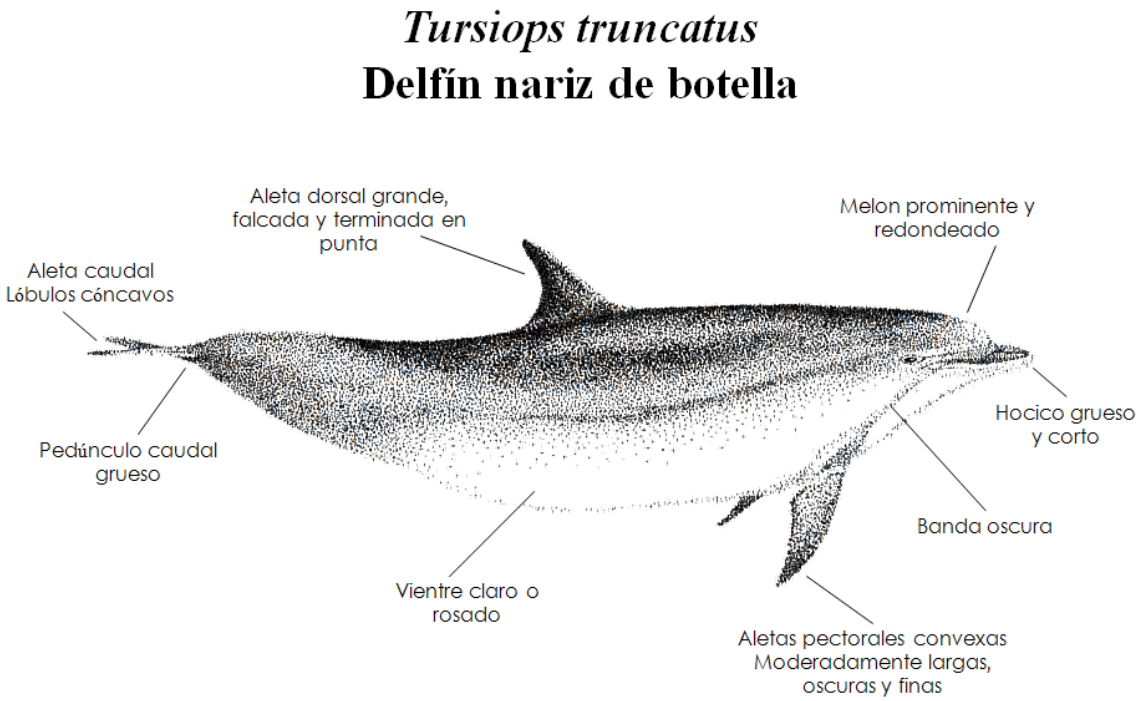


Figura 3. Anatomía externa y características morfológicas generales del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* (Ilustración: Barragán-Barrera, D. 2008).

El delfín nariz de botella se caracteriza por presentar una aleta dorsal grande, bien falcada y terminada en punta, ubicada aproximadamente en medio del dorso, con el borde lleno de muescas debido al desgaste, lo que le da un carácter distintivo a cada individuo (Jefferson *et al.*, 1993). La aleta caudal, compuesta de tejido fino conectivo, es ancha, algo cóncava en el borde posterior y posee una notoria escotadura central; las aletas pectorales son convexas, moderadamente largas y terminadas en punta (Fig. 3). El animal se propulsa a partir del movimiento vertical de la aleta caudal y con las aletas pectorales controla la dirección (Hersh y Duffield, 1990; Flórez *et al.*, 2004).

2.1.3. Sociedad, forrajeo y depredación

El delfín nariz de botella es un animal muy sociable que vive en sociedades definidas como fusión-fisión, donde se forman asociaciones temporales entre individuos cuya composición varía de minutos a días (Connor *et al.*, 2000). Dependiendo del área, estos delfines pueden asociarse en grupos de hasta 12 animales, los cuales se conforman como unidades sociales a largo plazo (Wells y Scott, 1999; Gibson y Mann, 2008; Wells, 2003; Grellier *et al*., 2003; Owen *et al*., 2002). Estos grupos se pueden unir con otros formando una asociación de cientos de delfines o más (Díaz y Bernal, 2006). Por ejemplo, al sur de bahía San Quintín en Baja California, las agregaciones de delfines nariz de botella varían constantemente, y se observan grupos entre tres y 36 individuos, los cuales cambian de composición periódicamente (Morteo *et al.*, 2004). Sin embargo, es notable que a pesar de la complejidad de la sociedad de fisión-fusión, los lazos familiares entre madre y cría son duraderos, principalmente entre madres e hijas hembras (Gibson y Mann, 2008), y las asociaciones entre éstas se mantienen entre tres y ocho años (Mann *et al*., 2000), incluso después del nacimiento de la siguiente cría (Gibson y Mann, 2008; Wells, 2003; Grellier *et al*., 2003). De hecho, hasta se han reportado comportamientos epimeléticos en los cuales una madre carga a su cría o juvenil muerto por días (Félix, 1994; Wells, 1991; Cockcroft y Sauer, 1990; Connor y Smolker, 1990).

Figura 4. Agrupación de delfines en actividad de desplazamiento a partir de saltos en la superficie del agua (Ilustración: Barragán-Barrera, D. 2008).

El tamaño de grupo varía en relación al estado de comportamiento de los delfines: grupos que realizan actividades sociales y de desplazamiento tienden a ser de mayor tamaño que aquellos grupos que estén alimentándose, descansando o buceando (May-Collado *et al.*, 2007; Morteo *et al.*, 2004; Gibson y Mann, 2008; Campbell *et al.*, 2002; Rogers *et al.,* 2004; Kerr *et al.*, 2005) (Fig. 4). Algunos estudios como el de Oviedo y Silva (2005), reportan asociaciones de delfines nariz de botella pequeñas en el área costera al noreste de Punta Ballenas-Farallón, en Isla Margarita y el Archipiélago de Los Roques (Venezuela), en las cuales grupos entre siete y ocho individuos fueron avistados. Esta tendencia fue asociada a pequeñas agregaciones de machos, en contraste a los grandes grupos de madres y crías distribuyéndose al sureste de Punta Ballenas. Por otro lado, Rogers *et al.* (2004) observan agrupaciones en un rango de tres a once individuos en Las Bahamas, siendo los grupos de madres con crías los más grandes. De manera similar, Kerr *et al.*

(2005) y Morteo *et al.* (2004) coinciden con grandes asociaciones de madres y crías distribuyéndose sobre algunos sectores de Belice y Baja California (México) respectivamente. No obstante, en general, los individuos del ecotipo costero suelen formar grupos más pequeños que pueden consistir en hembras con crías y juveniles de ambos sexos, y de grupos aislados de machos, aunque a veces también se observan machos adultos con grupos de hembras (Ben, 1995; Campbell *et al.*, 2002; Kerr *et al.,* 2005; Lauriano *et al.,* 2003; Arcangeli *et al.,* 1997 y Bearzi *et al.,* 1997; Bearzi *et al.*, 2008*b*). Los grupos del ecotipo oceánico tienen un composición semejante pero son más numerosos y heterogéneos (Vásquez, 2005).

Las relaciones madre-cría, así como actividades de apareamiento y cortejo se asocian generalmente a conductas sociales (Bearzi *et al.*, 1997; Félix, 1997). El comportamiento social de la especie permite el desarrollo de grandes agrupaciones, consistentes principalmente en un conjunto de hembras con sus crías y juveniles. La tendencia de mantener grandes grupos con crías y juveniles puede ser ventajosa a nivel social, ya que ofrece una opción de aprendizaje o entrenamiento y permite la protección de las crías (Morteo *et al.*, 2004). No obstante, las grandes asociaciones muestran desventajas a nivel de competencia intraespecífica por el alimento disponible (Gibson y Mann, 2008). Los grupos menos numerosos se asocian principalmente a pequeñas agregaciones de machos adultos y sub-adultos en etapas tempranas de independencia, las cuales se mantienen por décadas (Wells y Scott, 1999; Owen *et al*., 2002). Es notable que la tendencia de asociación está dada por individuos del mismo sexo, como una estrategia selectiva de supervivencia de las crías, y durante comportamientos reproductivos con el fin de generar variabilidad genética en la población (Gibson y Mann, 2008). Por tanto, los machos usualmente viven en grupos de hasta tres individuos, y ocasionalmente se ensamblan a las agrupaciones de hembras, como respuesta al proceso de cortejo y posterior apareamiento (Ben, 1995). De esta manera, las actividades sociales se relacionan principalmente a los grupos más abundantes.

Los delfines nariz de botella consumen gran variedad de presas a nivel local y son consumidores generalistas, por lo que pueden cazar una gran diversidad de peces, pulpos, calamares y crustáceos en aguas semi-profundas y en el suelo marino (Ingram y Rogan, 2002), mostrando divergencias en su dieta según la región que habiten. Sin embargo, las técnicas específicas de captura de alimento y discriminación de presas sugieren que los delfines son selectivos a la hora de alimentarse (Corkeron *et al.*, 1990; Ben, 1995).

Dentro del rango dietario de estos delfines se destacan al calamar *Lolliguncula brevis*, el pez tímbalo cebra *Leiostomus xanthurus*, los mugílidos, la corvina *Bairdiella chrysoura* (especie típica estuarina) y al croador del Atlántico *Micropogonias undulatus* como las especies más frecuentes dentro del contenido estomacal de los delfines que habitan la Costa Atlántica de Estados Unidos (Barros y Odell, 1990). Análisis de contenido estomacal en ejemplares de delfines nariz de botella en Florida evidencian la presencia de peces predominantemente asociados a praderas de pastos marinos en estómagos de delfines (Barros, 1993; Allen *et al.*, 2001). Peces como el sargo *Lagodon rhomboides*, el corocoro burro *Orthopristis chrysoptera*, el tímbalo cebra *Leiostomus xanthurus* y el mújil rayado *Mugil cephalus* son comunes en la dieta del delfín nariz de botella que habitan en Bahía Sarasota e Indian River Lagoon (Barros y Wells, 1998; Barros, 1993).

En las Costas de Escocia la dieta del delfín nariz de botella incluye cinco especies de cefalópodos (Santos *et al.*, 2001), de las cuales *Loligo* sp y *Sepia officinalis* se han documentado dentro del rango dietario de los delfines que habitan aguas del Mediterráneo (Bearzi *et al.*, 2008*c*) y de Sudáfrica (Cockcroft y Ross, 1990). Adicionalmente, análisis de contenido estomacal de los delfines nariz de botella que habitan en aguas de Escocia indican que éstos se alimentan de poliquetos, crustáceos, 17 especies de peces de las cuales los lenguados, las familias Gadidae, Gobiidae y Labridae son las más representativas, y las especies *Gadus morhua* y *Merlangius merlangus* las más frecuentes (Santos *et al.*, 2001).

El comportamiento y actividades alimenticias de los delfines varían según la distribución y hábitat de las presas. Ambientes bentónicos, costeros, de aguas profundas, entre otros, evidencian hábitos y comportamientos alimenticios variables. De esta manera, la distancia entre individuos de un grupo, la dirección de su desplazamiento, la frecuencia de inmersiones, entre otras variables pueden estar influenciadas por el tipo y distribución de las presas (Thomas y Felleman, 1988; Similä, 1997; Würsig, 1986; Shane, 1990). Acevedo-Gutiérrez y Parker, (2000) describen cuatro categorías de comportamiento alimenticio que incluyen: 1) movimientos rápidos sin inmersión cuando las presas se encuentran dispersas cerca de la superficie, 2) vagabundeo sin buceo cuando las presas están agrupadas cerca de la superficie, 3) inmersiones en áreas dispersas cuando las presas se encuentran disgregadas en áreas profundas, 4) inmersiones en una locación cuando las presas están agrupadas en regiones profundas.

Usualmente, un delfín nariz de botella se desplaza a una velocidad de 5-11 km/h y en tiempos cortos pueden alcanzar velocidades máximas de 35 km/h. Realiza inmersiones de tres a cuatro minutos, con tiempos máximos que oscilan entre 10 y 12 minutos (Flórez *et al.*, 2004). Su actividad es tanto diurna como nocturna y por tanto descansan frecuentemente durante el día, manteniendo una posición de cara a la corriente, permaneciendo entre 20 cm y un metro por debajo de la superficie (Kiefner, 2002).

Los tiburones son probablemente los más importantes depredadores naturales del delfín nariz de botella (Wells y Scott, 1994), y en menor medida las Orcas (*Orcinus orca*) pueden ser predadoras ocasionales (Würsig y Würsig, 1979; Lichter, 1992). Casos de ataques y depredación de tiburones sobre delfines se registran alrededor del mundo. El tiburón tigre (*Galeocerdo cuvier*) aparentemente es el predador más ocurrente atacando en diversas regiones alrededor del mundo que incluyen el oeste de Florida (Wells *et al.*, 1987), costa Atlántica estadounidense (Mead y Potter, 1990), Sudáfrica (Cockfrot *et al.*, 1989), y Australia (Heithaus, 2001). Por otro lado, en Sudáfrica (Cockfrot *et al.*,

1989) y en Moreton Bay (Australia) (Corkeron *et al.*, 1987) se registra al tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) como principal predador del delfín nariz de botella. En general, especies como el tiburón blanco (*C. carcharias*), toro (*Carcharhinus leucas*), tigre (*G. cuvier*), cañabotas o sevengill skark (*Notorhynchus cepedianus*) y tiburón vaca o sixgill shark (*Hexanchus griseus*) son relativamente predadores frecuentes de delfines (Heithaus, 2001, 2001*b,* 2001*d*; Heithaus y Dill, 2002; Cockcroft *et al.,* 1989), mientras que el tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*), tiburón arenero (*Carcharhinus obscurus*), tiburón oceánico (*C. longimanus*), tiburón de Groenlandia (*Somniosus microcephalus*) y el dormilón del Pacífico (*S. pacificus*) son probablemente predadores ocasionales (Heithaus, 2001*b,* 2001*c*).

Los riesgos de depredación puede ser un factor importante que permite la evolución de una población de delfines (Norris, 1994). De hecho este factor de riesgo parece influenciar también en el tamaño grupal, en la distribución y uso de hábitat de estos cetáceos (Norris y Dohl, 1980; Wells *et al.*, 1980, 1987; Heithaus, 2001*b*). Heithaus y Dill (2002) observaron que los delfines de Shark Bay al oeste de Australia, no sólo se distribuyen en relación al alimento disponible, ni como respuesta a cambios ambientales estaciones, sino principalmente en función a la presencia y densidad de un predador potencial, el tiburón tigre *G. cuvier.* De esta forma, la variación temporal del tiburón tigre sobre el área condiciona la distribución del delfín nariz de botella, el cual sigue gradientes de abundancia de alimento pero evitando sectores someros que sobrelapen con los tiburones, ya que regiones de poca profundidad son frecuentadas por estos escualos para alimentarse. De esta forma, el uso de micro-hábitats que contengan altos recursos alimenticios y la variación del tamaño de grupo, son estrategias utilizadas por los delfines para disminuir el riesgo de predación (Campbell *et al.*, 2002).

De esta manera, áreas en las que convergen delfines nariz de botella y tiburones son propicias para que ocurran ataques. Las madres con crías son los individuos más vulnerables a la agresión de grandes escualos (Ben, 1995).

Sin embargo, marcas de mordeduras son evidentemente apreciadas en animales adultos; de hecho estas marcas son utilizadas frecuentemente por científicos como método de foto-identificación. No obstante, estas heridas y cicatrices son tan sólo evidencia de interacciones entre tiburones y delfines, y no necesariamente implica depredación directa (Heithaus, 2001). Heithaus (2001) sugiere que los escualos no se comportan necesariamente como predadores, y los ataques pueden estar relacionados a la competencia. Los delfines no proporcionan una presa potencial para los tiburones ya que el proceso de captura y consumo de un delfín requiere un gran gasto de energía. De esta manera no es muy frecuente el comportamiento predatorio de los tiburones ante la presencia de estos cetáceos. Sin embargo, estudios realizados en Sudáfrica estiman que alrededor del 2,2% de la población de delfín nariz de botella *T. aduncus* es exterminada por tiburones cada año (Cockfrot *et al.*, 1989).

2.1.4. Reproducción, crecimiento y desarrollo

La longevidad del delfín nariz de botella es de 45 años, aunque las hembras podrían alcanzar los 50 años (Hohn *et al.*, 1989). Las hembras alcanzan la madurez sexual a los cinco años de edad, y de dos a tres años después en los machos (Bastida y Rodríguez, 2003). Según Ben (1995) estudios en hembras adultas cautivas sugieren que éstas ovulan repetidamente en épocas de apareamiento y los niveles de las hormonas estrógeno y progesterona fluctúan diariamente durante el período de ovulación (Aubin *et al.*, 1996). En contraposición los machos presentan altos niveles de testosterona durante largos períodos de actividad sexual que se prolongan por varios meses durante el año (Schroeder, 1990).

El delfín nariz de botella no presenta dimorfismo sexual evidente, sin embargo observaciones en la aleta dorsal sugieren que los machos presentan más cicatrices que las hembras (Tolley *et al.*, 1995). Adicionalmente, el tamaño corporal de los machos es levemente más grande que en las hembras (Hersh

et al., 1990; Mead y Potter, 1990; Tolley *et al.*, 1995), y diferencias anatómicas entre machos y hembras se denotan en el tipo de crecimiento durante la edad temprana, ya que las hembras inicialmente crecen más rápido que los machos (Read *et al.*, 1993; Cockcroft y Ross, 1990). El crecimiento de los jóvenes delfines ocurre entre los primeros dos años de vida principalmente durante el período de lactancia; posteriormente crecen paulatinamente de forma más lenta hasta alcanzar el tamaño adulto (Lockyer y Morris, 1990; Mead y Potter, 1990; Read *et al.*, 1993; Ben, 1995).

Los nacimientos se registran principalmente en primavera y verano, el período de gestación es de 11 a 12 meses y una hembra puede tener una cría cada tres años (Crespo *et al.*, sf.; Cockcroft y Ross, 1990). Estudios de seguimiento largo plazo sugieren que el 44% de las crías mueren por causas naturales antes de alcanzar la edad de tres años. Las crías al nacer promedian un tamaño entre 84 y 140 cm (Perrin y Reilly, 1984) y el período de lactancia puede extenderse hasta los 20 meses de edad (Cockcroft y Ross, 1990; Wells y Scott, 1994), de hecho la edad del destete varía entre 2,7 y ocho años de edad de la cría (Mann *et al*., 2000).

La lactancia está asociada principalmente a las hormonas tiroideas tiroxina (de tipo libre -fT4- y total -tT4-) y triyodotironina (de tipo libre fT3), las cuales presentan mayores concentraciones en hembras salvajes adultas durante los períodos reproductivos y de lactancia (Aubin *et al.*, 1996). El tamaño de las glándulas mamarias en las hembras sugiere que la leche es el principal recurso alimenticio de las crías hasta los primeros 18 meses de vida (Cockcroft y Ross, 1990). Después del destete, las crías pueden pasar varios años junto a su madre (Wells y Scott, 1994; Smolker *et al.*, 1992).

2.2. DISTRIBUCIÓN Y USO DE HÁBITAT DE *Tursiops truncatus*

El delfín nariz de botella es una especie cosmopolita que se encuentra prácticamente en todos los océanos excepto en latitudes muy altas (Reeves *et al.*, 2002), ubicándose en aguas templadas y tropicales de los Océanos Atlántico, Pacífico e Índico, así como el Mediterráneo, Mar Negro y Mar Rojo (Shane, 1990). Con excepción de alguna ocurrencia alrededor del Reino Unido y el norte de Europa (alrededor de las islas británicas llega hasta los 60º latitud norte), el delfín nariz de botella no sobrepasa los 45° en cada hemisferio (Jefferson *et al.*, 1993) (Fig. 5).

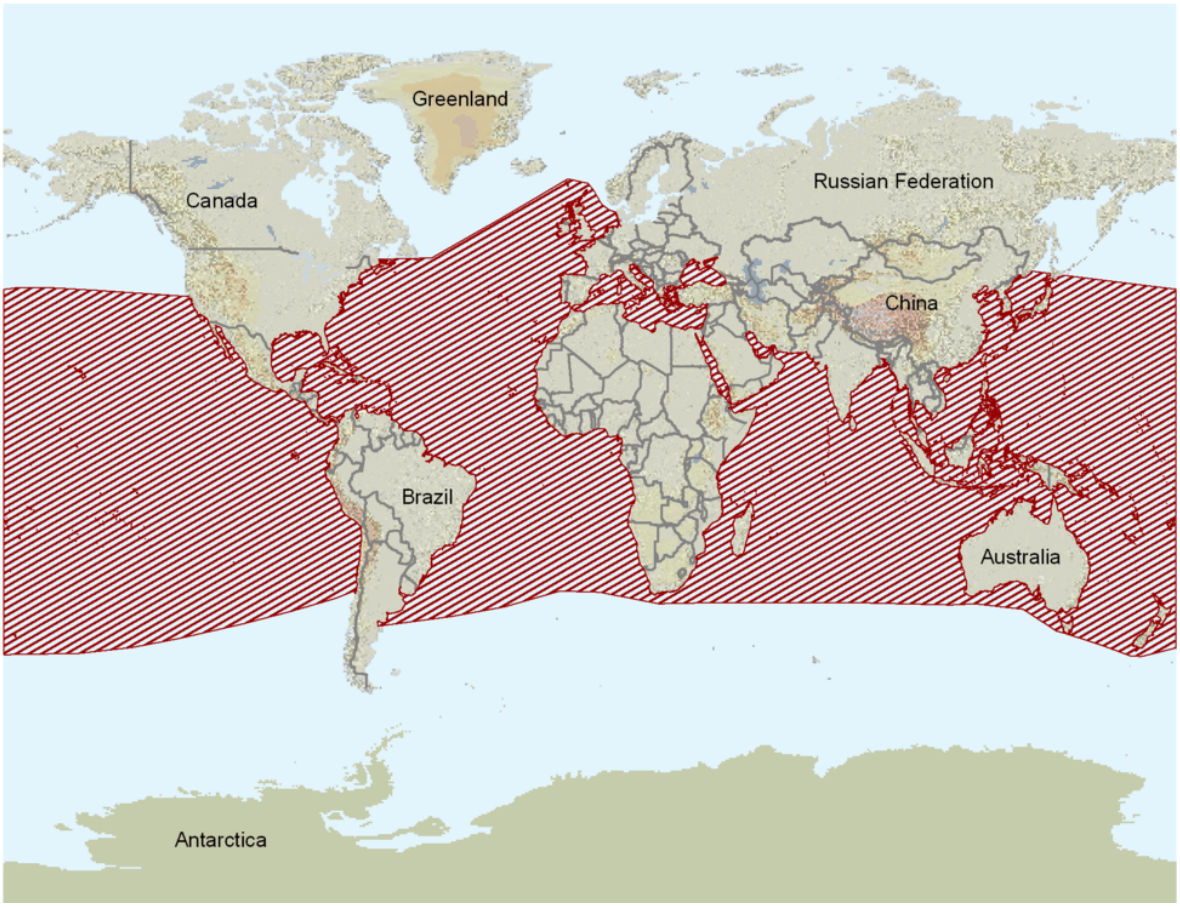


Figura 5. Distribución del delfín nariz de botella a nivel mundial según UICN. La zona demarcada de rojo son áreas en las cuales se ha registrado la especie (Tomado de UICN, 2010).

Esta especie es señalada como cosmopolita porque vive en diferentes tipos de hábitat, ocupando diversos rangos de hábitat marinos así como pantanos de

manglares poco profundos (Irvine *et al.*, 1981) y áreas oceánicas profundas (Scott y Chivers, 1990). Incluso toleran ambientes hipo e hipersalinos (Caldwell y Caldwell, 1972; Smolker *et al.*, 1992) y de amplios rangos de temperatura. De hecho, algunos individuos logran sobrevivir en condiciones extremas que incluyen ambientes en cautiverio (Schroeder, 1990; Wells y Scott, 1994; Evans, 1994) y aguas industrializadas y contaminadas (Mareike, 2003), soportando altos niveles de polución como en la bahía Galveston en Texas (Henningsen y Würsig, 1991; Ben, 1995).

Se distribuyen en el Océano Pacífico por el norte desde Japón hasta California (Wells *et al.*, 1990) y por el sur entre Australia y Chile (Leatherwood y Reeves, 1983; Wells y Scott, 1994). En el Atlántico el rango cubre por el norte desde Nueva Escocia (Kenney, 1990) hasta Noruega (McBrearty *et al.*, 1986; En: Ben, 1995) y por el sur la Patagonia y el cabo de Sudáfrica. Esta especie también es común en el Mar Mediterráneo y en el Océano Índico, entre el sureste de Asia y alrededor de las costa Australiana (Leatherwood y Reeves, 1983), y aparece incluso en mares cerrados como el Mar Negro y el Mar Rojo (Vásquez, 2005). Aunque esta especie se asocia principalmente a aguas poco profundas, las poblaciones pelágicas han sido reportadas en el Golfo Stream al noroeste del Océano Atlántico y en el Pacífico oriental tropical (Rice, 1998).

Diversos estudios sugieren que la distribución y uso de hábitat del delfín nariz de botella podría estar influenciado por las condiciones oceanográficas y geológicas en términos de geomorfología e hidrografía (Bearzi *et al.*, 2008*c*; Cañadas *et al*., 2002, 2005; Davis *et al*., 2002; Griffin y Griffin, 2003; Ferguson *et al.*, 2006). Muchas poblaciones de delfines nariz de botella muestran preferencia por ambientes someros y arenosos (Azzellino *et al.* 2008), y condiciones hidrológicas como temperatura, concentración de nutrientes y aumento de producción primaria (Bearzi *et al.*, 2008*c*). En el Golfo de México, los delfines nariz de botella que habitan sobre la plataforma continental parecen preferir regiones que contengan aguas con una alta variabilidad en la temperatura superficial (Baumgartner *et al*., 2001), en contraposición a delfines

que habitan aguas de Mediterráneo, las cuales se distribuyen siguiendo temperaturas cálidas, las cuales varían radicalmente durante las cuatro estaciones del año (Bearzi *et al.*, 2008*c*). Mendes *et al.* (2002) sugiere que el ciclo de mareas puede influenciar la distribución de delfines, al menos en áreas estuarinas. De esta forma, durante la entrada de marea alta en el Canal de Kessock en Moray Firth al norte de Escocia, la abundancia del delfín nariz de botella es superior. Sin embargo, este incremento de delfines se asocia al cúmulo de presas, las cuales durante la marea alta, aumentan su distribución dentro del Canal. De hecho, Acevedo y Würsig (1991) y Scott *et al.* (1990) sugieren que los patrones de desplazamiento de delfines nariz de botella en Florida están influenciados por el ciclo de mareas, las cuales se asocian directamente a la distribución de presas potenciales como *Mugil cephalus,* un mugílido que prefiere visitar praderas de pastos marinas durante la subida de marea.

Entre los factores que determinan la distribución geográfica, temporal y espacial del delfín nariz de botella en una región específica, cuyos efectos interactúan con frecuencia como uno solo, se incluyen a las corrientes marinas, la transparencia y temperatura del agua (Bearzi *et al.*, 2008*b,* 2008*c*; Ingram y Rogan, 2002; Combatt y Gonzáles, 2007; Rodríguez-Fonseca, 2001). Además de éstos se destacan los siguientes:

a) Disponibilidad de alimento: Zonas oceánicas de afloramiento o surgencia, ricas en nutrientes y productivas, y áreas que concentren mayor cantidad de peces y posibles presas pueden ser más frecuentadas por la especie (Bearzi *et al.*, 2008*b,* 2008*c*; Campbell *et al.*, 2002; Oviedo y Silva, 2005; Ingram y Rogan, 2002).
b) Irregularidades de la costa: Zonas oceánicas de mayor longitud e irregularidad de la línea costera, proporcionan un ambiente más extenso y con mayor disponibilidad de hábitats adecuados para los delfines (Bearzi *et al.*, 2008*b,* 2008*c;* Fazioli *et al.*, 2006). Las entradas del océano a lo largo de la línea de costa (golfos y bahías) son áreas de

gran importancia para los delfines y cetáceos en general, en especial como sitios de refugio, alumbramiento, descanso y alimentación para delfines residentes y migratorios (Mignucci-Giannoni, 1998; Fazioli *et al.*, 2006).

c) Topografía del fondo marino: La preferencia de los delfines por ciertas áreas, así como la distribución de sus presas, está determinada en ocasiones por la las características topográficas del fondo marino (Bearzi *et al.*, 2008*c;* Mignucci-Giannoni, 1998; Morteo *et al.,* 2004), incluyendo costas con variaciones en profundidad (Cubero-Pardo, 2007; Morteo *et al.*, 2004). El delfín nariz de botella muestra preferencia por sustratos profundos fangosos (principalmente por la variedad de presas tales como peces, crustáceos y cefalópodos) (Morteo *et al.*, 2004; Allen *et al.,* 2001; Hastie *et al.*, 2006) y zonas empinadas, que pueden contener mayor cantidad de presas o proveer ayuda a los delfines en sus actividades de forrajeo (Ingram y Rogan, 2002).

d) Actividades antropogénicas: Se ha hecho evidente además que zonas afectadas y deterioradas por actividades antropogénicas (pesca, destrucción de hábitat, polución, contaminación sónica, etc.) muestran una disminución de las poblaciones de delfines, principalmente por afectar directamente en la ecología del ecosistema y en las presas potenciales de los delfines (Kerr *et al*., 2005; Bearzi *et al.*, 2008*c*; Lusseau, 2003, 2005; Christiansen *et al.*, 2010). De esta forma, la distribución de la especie en determinada región puede estar influenciada por dichos agentes antropogénicos.

El amplio rango de hábitats que ocupan los delfines nariz de botella muestra una alta plasticidad morfológica en los individuos, permitiendo una variación considerable en la apariencia de los delfines según el área que ocupan. En este sentido, los delfines que habitan aguas tropicales someras son de tamaño más pequeño, presentando una coloración gris oscura y aletas proporcionalmente más grandes; por el contrario, las poblaciones que habitan aguas en aguas profundas de regiones tropicales y templadas presentan

individuos con coloraciones más claras y cuerpos más robustos y grandes (Hersh y Duffield, 1990). No obstante, es recurrente encontrar estas dos formas anatómicas habitando la misma región (Hersh y Duffield, 1990; Ross y Cockcroft, 1990; Ben, 1995). En este sentido, la diferencia morfológica está dada por el ambiente costero o pelágico que habitan divergiendo en dos ecotipos.

La variedad costera, ubicada a menos de 70 km de la costa (Perrin, 1975*b* En: Rodríguez-Fonseca, 2001), se encuentra alrededor de 18 m alrededor de la playa, y a menudo entran a puertos, ensenadas, bahías, lagunas, estuarios y hasta ríos (Leatherwood y Reeves, 1983). Por el contrario, la forma oceánica ubicada más allá de 70 km de la costa (Perrin, 1975*b* En: Rodríguez-Fonseca, 2001), tiene una baja restricción y su rango de movimiento es amplio (Leatherwood y Reeves, 1983; Leatherwood *et al*., 1988; Scott y Chivers, 1990). Por otro lado, se ha observado que delfines costeros se distribuyen en aguas someras que no superan 20 m de profundidad (10,3 m promedio), mientras que los de tipo oceánico se ubican entre 200 y 2000 m a una profundidad promedio de 845,6 m (Kenney, 1990).

Diversos estudios indican que delfines costeros se han limitado a rangos de hábitat presentando fidelidad a un sitio (Connor y Smolker, 1985; Scott *et al*., 1990; Hammond y Thompson, 1991; Caldwell *et al*., 2001; Gubbins, 2002; Zolman, 2002). Estudios como el publicado por Williams *et al.* (1993) indican que en las costas de Doubftul Sound en Nueva Zelanda los delfines muestran fidelidad al sitio y al menos 58 individuos son residentes y no realizan migraciones estacionales. Adicionalmente, al oeste de Florida se ha reportado un gran número de individuos de delfín nariz de botella (alrededor de 580 individuos por todo el Golfo de México) (Fazioli *et al.*, 2006), de los cuales al menos 150 muestran un patrón de residencia anual en la Bahía de Sarasota evidenciando fidelidad al sitio (Wells *et al*. 1996, 1996*b*; Wells, 2003; Scott *et al*., 1990*b*), y entre 122-152 delfines son residentes en la Bahía de St. Joseph (Balmer *et al*., 2008).

Algunos investigadores sugieren que los delfines nariz de botella costeros realizan migraciones latitudinales en respuesta al cambio estacional que conlleva a diferencias en la temperatura del agua (e.g., Balmer *et al.,* 2008; Lusseau *et al*., 2005; Bearzi *et al.*, 2008*b*; Vásquez, 2005; Fazioli *et al.*, 2006; Díaz y Bernal, 2006, 2007). Por el contrario, individuos del ecotipo oceánico no presentan migraciones de este tipo ya que la temperatura del agua mar abierto no está influenciada por las estaciones (Mead y Potter, 1990). Los delfines costeros hacen parte de un mosaico de hábitats que incluye bahías y estuarios (Wells *et al.*, 1996, 1996*b*, 1997; Fazioli *et al.*, 2006). Por ejemplo, la costa oeste de Florida, la variedad de ambientes ofrece una amplia oferta de recurso alimenticio que favorece la presencia del delfín nariz de botella en la región, y de esta manera pueden moverse por diferentes hábitats en el área como respuesta a la estacionalidad, la cual es bien marcada en esta región del Caribe (Fazioli *et al.*, 2006; Balmer *et al*., 2008).

Los delfines nariz de botella costeros pueden avistarse en diferentes épocas del año en diversas zonas tales como estuarios, ríos o ensenadas de determinada región; por este motivo se ha diferenciado a estos delfines en distintas categorías mediante estudios de foto-identificación: residentes durante todo el año, residente estacional (retornan a la misma área durante una estación determinada cada año, pero no regresan durante otra época), migratorios, y grupos con amplios rangos de hábitat (Hohn, 1997; Caldwell *et al*., 2001).

La heterogeneidad del hábitat y los requerimientos biológicos de una especie son factores claves para determinar los patrones de uso de hábitat de una especie; por tanto, la variación del hogar de una población representa típicamente un ambiente heterogéneo donde áreas ricas en recursos son preferidas sobre las áreas pobres. La distribución, abundancia y oferta de recursos dentro de un medio, determinan el tamaño del área de una especie para utilizar el hábitat de acuerdo a sus necesidades biológicas, y la variedad de los patrones en que los animales utilizan el medio indica la importancia de

dichas zonas durante su vida (Karczmarski *et al.*, 2000). De esta manera, se evidencia diferencias notorias entre la variedad de delfines costeros con respecto a los oceánicos: mientras que los primeros tienen una distribución más restringida y sus hábitats están definidos por características geográficas, el hábitat de los delfines oceánicos está relacionado principalmente con factores oceánicos (Prideaux, 2003).

2.3. INDUSTRIA DE OBSERVACIÓN DE CETÁCEOS

El aumento de actividades antropogénicas alrededor del mundo han incrementado las interacciones entre la vida silvestre y los humanos. Dichas actividades pueden impactar al medio y por ende afectar a las especies asociadas; de hecho investigaciones han demostrado que un hábitat degradado puede causar un declive de las poblaciones de organismos que viven en él (Caley *et al*., 2001; Warren *et al.*, 2001; Eguchi, 2003). Estudios indican que actividades humanas tales como acciones militares, tráfico de botes y automóviles, introducción de nuevas especies, actividades recreativas, entre otras, pueden causar mortalidad directa o indirectamente sobre poblaciones marinas silvestres, a pesar que dichas actividades no tienen un fin intencional de afectar al medio ambiente (Gerrodette y Gilmartin, 1990; Kraus, 1990; Kenney y Kraus, 1993; Doak *et al*., 1994; Marmontel *et al*., 1997; Burney *et al*., 2001; Eguchi, 2003).

El turismo de observación de cetáceos es la segunda industria de mayor crecimiento en Centroamérica y las Indias Orientales, con un incremento anual de 111,4% entre 1991 y 1994, y 47,4% entre 1994 y 1998. Adicionalmente, el número de observadores de cetáceos se ha incrementado de 2034 en 1991 a 90720 en 1998 (Hoyt, 2001). Por este motivo, la Comisión Ballenera Internacional (IWC por sus siglas en inglés, 1994) fomentó esta actividad como un uso sostenible del recurso cetáceo. No obstante, el incremento del turismo de observación y otras actividades recreativas en bote, pueden causar un

aumento del tráfico de embarcaciones y por ende superar fácilmente los niveles de contaminación auditiva, y ésto puede significar un riesgo para la población de cetáceos (Hoyt y Hvenegaard, 2002).

La industria de observación de cetáceos es una atracción ecoturística que ha tenido una gran acogida durante los últimos años alrededor del mundo (Hoyt y Hvenegaard, 2002; Hoyt, 2001, 2002), ya que en cifras ha funcionado con una gran rentabilidad (las ganancias superan US$1 billón anuales) (Hoyt, 2001). De hecho, países como Panamá y Costa Rica, reconocidos por su biodiversidad marina (y de cetáceos), han sabido utilizar sus recursos para aumentar el turismo ecológico y por ende las regalías. Por tanto, el turismo de este tipo (principalmente el de observación de cetáceos) se ha incrementado considerablemente y representa uno de los principales ingresos económicos (Lemay, 1998).

Estas actividades pueden afectar negativamente e indirectamente a las especies observadas, ya que aunque no causan una mortalidad directa de individuos, sus efectos acumulados pueden perturbar a la población. Un estudio realizado en Sudáfrica, sugiere que estas actividades pueden afectar la fisiología, comportamiento y actividades de los cetáceos; se observó también que amenazas por aproximaciones de los botes pueden ocasionar que los cetáceos se muden de bahías o modifiquen su migración (Findlay, 1998). En Auckland Island las aproximaciones de pequeños botes a menos de 20 metros causan importantes disturbios a madres con crías, afectando principalmente su comportamiento; se ha descrito que grupos con crías evitan el contacto con botes durante sesiones de observación de cetáceos (Piedra y Costa, sf.).

En la región de Bocas del Toro se encuentra una población de delfines costeros los cuales pueden ser avistados con facilidad; por esta razón y bajo el fundamento de existir un gran tamaño poblacional en la zona, se ha conducido a un rápido crecimiento de la industria comercial para la observación de

delfines ("dolphin-watching") el cual está afectando el uso del hábitat y comunicación de estos animales (Taubitz, 2007; May-Collado y Wartzok, 2008).

Múltiples estudios han generado evidencia de que el ruido causado por botes motorizados generalmente afectan el comportamiento y las actividades de los cetáceos (e.g., Wartzok *et al.,* 2004; Nowacek *et al.,* 2001; Kruse, 1991; Van Parijs y Corkeron, 2001; Lusseau, 2003). Se ha hecho evidente comportamientos tales como aumento de la velocidad de nado, largos períodos de buceo (Nowacek *et al.*, 2001; Kruse, 1991; Au y Perryman, 1982; Urick, 1983), disminución en la sicronía de la respiración (Hastie *et al.*, 2003) y disminución en la distancia entre animales (Bedjer *et al.,* 1999).

La disminución en la distancia entre delfines se asocia al efecto sobre la geometría grupal de los individuos (Hastie *et al.*, 2003). De esta manera, durante conductas alimenticias los delfines tienden a estar dispersos o en composición mixta, en tanto que las agrupaciones que realizan actividades de desplazamiento y sociales tienden a mantener una formación cerrada (Mattson *et al.*, 2005; Ribeiro *et al*., 2005; Azevedo y Van Suys, 2005). Sin embargo, es usual que los delfines conformen asociaciones cohesivas durante un encuentro con botes, tratando de mantenerse lo más cerca posible el uno al otro como estrategia defensiva ante el bote que consideran como amenaza. En adición, a pesar que en apariencia la composición grupal no se afecta por la presencia de botes, la sincronía de respiración puede forzar una deformación momentánea de la geometría grupal (Mattson *et al.*, 2005; Hastie *et al.*, 2003).

Las asociaciones grupales del delfín nariz de botella conforman estrategias alimenticias y defensivas ante posibles predadores con la sincronía de sus movimientos y de respiración. Cuando hay crías en las agregaciones la tasa de sincronía es baja, pero cuando hay botes interactuando con los delfines, la sincronía del grupo aumenta de manera similar cuando hay un predador presente (Hastie *et al.*, 2003). Adicionalmente, se ha observado que durante el aumento de la sincronía de respiración grupal por presencia de una

embarcación motorizada, los individuos tienden a separarse, desubicándose en respuesta al ruido producido por la lancha, el cual enmascara sus vocalizaciones (Bejder *et al.* 1999; Van Parijs y Corkeron, 2001; May-Collado y Wartzok, 2008; Hastie *et al.*, 2003). Al no poder comunicarse cuando interactúan con botes, la geometría grupal se desfigura generando un estrés adicional a los delfines. De esta manera, la interacción con botes puede afectar la estructura grupal del delfín nariz de botella, y el aumento en la sincronía y tasa de respiración genera un gasto energético considerable para los individuos (Hastie *et al.*, 2003).

Actividades de desplazamiento generan un consumo energético considerable, pero el incremento de los tiempos de buceo implica un gasto energético aún mayor. El consumo de energía que implica las inmersiones prolongadas está directamente relacionado a la tasa de respiración del delfín nariz de botella. La tasa de respiración está asociada al índice metabólico del individuo (Yazdi *et al.*, 1999; En: Lusseau, 2003). De esta manera, cuanto más alto es este índice, la tasa de respiración es superior. Durante el buceo prolongado (evasión vertical) el delfín debe usar sus reservas de oxígeno ante la carencia de respiración aérea, y si el comportamiento evasivo es continuo, el animal tendrá una deuda de oxígeno que debe recuperar tras la interacción con la embarcación y ascenso a la superficie (Lusseau, 2003). De esta forma, tanto la respiración como el buceo prolongado implican gastos energéticos adicionales para los delfines.

La duración promedio de inmersión de un delfín nariz de botella macho adulto es de 41.79 segundos (Bernal *et al.*, 2006). En contraste, las hembras tienen intervalos de inmersión más reducidos, ya que sus crías aún no realizan inmersiones prolongadas (Lusseau, 2003), y por tanto, conductas de buceo evasivo a los botes les implica un gasto energético superior y un nivel de estrés elevado. Debe tenerse en cuenta el gasto adicional de energía que las hembras requieren para mantener a sus crías al menos durante los dos primeros años de vida (Lusseau, 2003). De esta manera, ante el excesivo

gasto energético asociado a la evasión de botes, se han reportado casos en que los delfines prefieren evitar un área, lo cual les implica un gasto energético menor (Lusseau, 2003, 2005). En Milford Sound, la especie ha desarrollado una estrategia evasiva al tránsito excesivo de lanchas de turismo, y evita visitar el fiordo durante el día, prefiriendo hacerlo en la noche, cuando el tráfico de botes es menor. El gasto energético implicado en la evasión de botes es tal, que prefieren distribuirse en áreas adyacentes durante el día las cuales les provee un ambiente más tranquilo (en términos de ruido), especialmente para sus crías (Lusseau, 2005).

El ruido causado por las embarcaciones también pueden provocar cambios en las tasas de vocalización de los cetáceos (Van Parijs y Corkeron, 2001; Buckstaff, 2004; Scarpaci *et al.*, 2001), en la duración de llamada (Foote *et al.*, 2004), en la diversidad y frecuencia de las vocalizaciones (Lesage *et al.*, 1999), y la presencia de botes puede evitar que los individuos de un grupo mantengan contacto (May-Collado *et al.*, 2007; Hastie *et al.*, 2003; Bejder *et al.* 1999; Van Parijs y Corkeron, 2001). Mientras algunas especies muestran una mayor tasa de vocalización ante el acercamiento de embarcaciones o después de dicha aproximación (Van Parijs y Corkeron, 2001; Buckstaff, 2004), otras especies producen largos llamados cuando el ruido llega a los niveles críticos, cambiando de frecuencia (3,6 kHz a 5,2-8,8 kHz) cuando el bote se aleja de los individuos (Foote *et al.*, 2004).

Ante tal panorama, IWC e IFAW (1996) reconocieron que la industria de observación de cetáceos es potencialmente perjudicial para estos animales, y diseñaron una normatividad para regular esta actividad (Hoyt y Hvenegaard, 2002). En primera instancia, dicha normatividad se limitó a regular la distancia de acercamiento, pero ante la evidencia del efecto negativo de las embarcaciones y del ruido provocado por éstas sobre las poblaciones de mamíferos marinos, se incorporaron también leyes para regular los límites de ruido (IWC, 1995; IFAW, 1996).

2.4. ANTECEDENTES CIENTÍFICOS

Debido a su amplio rango de hábitat, el delfín nariz de botella es una especie que ha sido estudiada extensivamente en varias partes del mundo (Connor *et al.* 2000). En principio, los estudios se enfocaron en estimaciones de abundancia, y aspectos ecológicos de la especie, con el fin de determinar sus conductas sociales, distribución y uso de hábitat. En el Caribe se han realizado estudios de distribución y uso de hábitat en Costa Rica (Gamboa-Poveda y May-Collado, 2006; Acevedo *et al.,* 2005; Oviedo, 2007), Venezuela (Oviedo y Silva, 2005), Puerto Rico (Rodríguez-Ferrer, 2001; Erdman, 1970), Belice (Kerr *et al*., 2005; Campbell, 2002; Grigg y Markowitz, 1997) y Colombia (Combatt y Gonzáles, 2007; García, 1998; Ávila, 1995). Sin embargo, en Latinoamérica, los estudios poblacionales eran escasos, lo cual limitaba las estrategias de manejo para su conservación. No obstante, estimaciones de abundancia de las poblaciones de delfín nariz de botella sugieren que sus poblaciones se han mantenido saludables (UICN, 2010), y por este motivo los investigadores han conducido nuevos estudios que demuestran la vulnerabilidad de la especie a factores antrópicos que pueden afectar sus poblaciones a largo plazo (e.g. contaminación, tránsito de botes, pesquerías, etc.). En el Caribe, sólo en Panamá y Costa Rica se han realizado algunos estudios para determinar el efecto del tránsito de botes en las vocalizaciones de delfines (Taubitz, 2007; May-Collado y Wartzok, 2008), pero se espera que los estudios de este tipo adelantados alrededor del mundo, demuestren la vulnerabilidad de las poblaciones de delfín nariz de botella.

2.4.1. Estado del conocimiento alrededor del mundo

Como se dijo previamente, alrededor del mundo se han adelantado diversos estudios con esta especie de delfín. Por mencionar algunos, en 1999, Wang *et al.* estudian a los delfines nariz de botella presentes en aguas de China e hicieron análisis y comparaciones de fragmentos de ADN mitocondrial, demostrando que existían diferencias genéticas entre los morfotipos de delfín

nariz de botella presentes en el Indo-Pacífico con los individuos que habitan el resto de los océanos del mundo. Para la época la mayoría de los investigadores apuntaban a una sola especie del género *Tursiops,* pero tras esta investigación se separaron dos especies distintas: *T. truncatus* y *T. aduncus.*

En Doubtful Sound (Nueva Zelanda), Williams *et al.* (1993) determinan por medio de foto-identificación la abundancia de delfines nariz de botella y la manera en que usan el hábitat. Ya en 2005, Lusseau observa la estructura social de los delfines como una sociedad fisión-fusión. En 2006, Lusseau examina el comportamiento de *Tursiops* sp. en relación a los saltos que éstos animales realizan en el medio, e interpretan estos patrones de actividad para determinar por qué los delfines saltan. Se identifican cuatro categorías asociadas a los saltos: orientación, desplazamiento, ostentación y enfrentamiento.

En 2005 Lusseau *et al.* estudian los patrones de residencia del delfín nariz de botella en Doubtful Sound en relación a la presencia de botes, mostrando que el tránsito de embarcaciones de turismo ha afectado negativamente la permanencia de los delfines dentro del fiordo. En 2003 Lusseau observa que las estrategias de los delfines para evitar a los botes de turismo son similares a las que usan para evitar predadores. En 2010, Christiansen *et al.* corroboran el efecto negativo del tránsito de botes en el comportamiento del delfín nariz de botella del Indo-Pacífico que habita al sur de la costa de Zanzibar (Tanzania). Los resultados demuestran que ante la presencia de embarcaciones de turismo, los delfines incrementan comportamientos de desplazamiento a la vez que disminuyen las actividades de descanso y socialización, lo cual implica un impacto negativo en la población, en términos de disminución de conductas reproductivas en relación al aumento de tránsito de botes en la región. Por su parte Hastie *et al.* (2003) observan que los delfines aumentan su sincronía de respiración frente a la interacción con embarcaciones, principalmente cuando

hay crías presentes. Este comportamiento se registró en delfines que habitan mar afuera al norte de Escocia.

En la bahía de Santa Mónica (California), Bearzi (2005) hace una investigación acerca de los aspectos ecológicos del delfín nariz de botella que incluyen distribución, residencia, ocurrencia, tamaño grupal y comportamiento. A partir de un estudio de foto-identificación durante cinco años (1997-2001) se avistaron delfines en un 56,8% de las salidas efectuadas. Se determina que los delfines usan el hábitat principalmente para la alimentación y la búsqueda de presas, ya que la actividad predominante con un 69% es el desplazamiento (incluyendo buceos) y la alimentación con un 5%. Por otro lado, se observa que los tamaños grupales varían entre los más costeros y los que están alejados de la costa. Por otro lado, Balmer *et al.* (2008) observa que los delfines que habitan cerca a la bahía St. Joseph (Florida) presentan una distribución estacional, favorecida durante la primavera y el otoño, temporadas en las cuales las abundancias de delfines nariz de botella son mayores en la Bahía.

En 2001, Allen *et al.* efectúan observaciones en delfines nariz de botella que habitan en aguas cercanas a Clearwater en Florida, con el fin de determinar si los delfines prefieren alimentarse exclusivamente en áreas asociadas a pastos marinos, la cual fue rechazada. Los delfines usan diversos hábitats para alimentarse, empleando diversas técnicas para capturar a sus presas. Diferentes estrategias de caza en diversos ambientes incluyen fondo marino lodoso (Ingram y Rogan, 2002), superficie del oceáno (Acevedo-Gutiérrez y Parker, 2000) y hasta áreas de línea de ribera (en interfase tierra-mar) (Duffy-Echevarria *et al.*, 2008).

En la Isla Cerdeña (Italia) Díaz y Bernal (2006, 2007) han adelantado un estudio multiescalar acerca de la influencia de la acuicultura (maricultura) en los delfines nariz de botella, evidenciando que estos delfines están presentes durante todo el año alrededor de las jaulas de cultivo, mostrando un modelo estacional en su presencia. Entre 1999 y 2004 Díaz (2006) hace observaciones

acerca de la interacción entre los delfines y las jaulas flotantes en las costas de Cerdeña, evidenciando que la distribución y el tamaño de grupo no están afectados por la presencia o ausencia de estas jaulas. Sin embargo se observa que los delfines permanecen más tiempo alimentándose en el área cuando las jaulas están presentes.

Durante los años 1987 y 1994, Bearzi *et al.* (1997) estudian una población de delfín nariz de botella al este de las islas Lošinj y Cres, al norte del Mar Adriático, identificando un total de 106 individuos, los cuales muestran fidelidad al sitio a pesar que sus rangos de hábitat son amplios. Observan grupos promedio de siete delfines, y las asociaciones más grandes corresponden a grupos con crías.

En España, Stephanis *et al.* (2008) han observado al delfín nariz de botella en aguas profundas del centro del estrecho de Gibraltar. Gómez de Segura *et al.* (2008) evidenciaron que la población de delfín nariz de botella presente en aguas del Mediterráneo se distribuye a profundidades inferiores de 1000 m. En 2005 y desde 1998, Vásquez ha adelantado estudios acerca de la distribución y uso de hábitat de los delfines nariz de botella, calderón de aleta larga (*Globicephala melas*) y de zifio común (*Ziphius cavirostris*), en aguas cercanas a la costa Vasca, mostrando una distribución espacio-temporal propia de cada una de las especies, en la cual el delfín nariz de botella está presente todo el año en aguas de menos de 200 m. de profundidad.

Weir y Stockin (2001) han observado que el delfín nariz de botella presenta un patrón de distribución estacional y continuo en toda la costa de Aberdeenshire (Escocia), usando el hábitat principalmente para alimentación y desplazamiento; avistaron grupos de hasta 60 individuos, con un tamaño promedio de 8 delfines por manada. En bahía Moray, al noreste de Escocia, Wilson *et al.* (1997) adelantan un estudio a largo plazo en el centro de investigaciones de la Universidad de Aberdeen sobre la distribución y patrones de movimiento del delfín nariz de botella, avistando individuos durante todos los

meses, aunque se evidencia estacionalidad, ya que se observan con menor frecuencia durante el invierno y la primavera.

En la costa Británica y Australia Lockyer y Morris (1990) efectúan observaciones en heridas y cicatrices presentes en individuos de *T. truncatus.* Las marcas son clasificadas en cuatro categorías: rasguños superficiales, rasguños superficiales y profundos y heridas menores, heridas profundas, y heridas mayores. Se concluye que en general todas las áreas del cuerpo son vulnerables a mostrar heridas y cicatrices, y se observa que marcas de este tipo presentes en cabeza, lomo, aletas dorsal y caudal se utilizan frecuentemente para la identificación de individuos.

2.4.2. Estado del conocimiento en el Pacífico latinoamericano

En San Quintín (Baja California, México), Morteo *et al.* (2004) observan 242 ejemplares de delfín nariz de botella agrupados en 22 manadas, mostrando un tamaño promedio de grupo de 11 delfines con intercambios constantes de individuos. Su distribución en el área se ubica principalmente en la franja entre 250 y 500 m fuera de la costa, con profundidades menores a 7 m y sustratos arenosos. El comportamiento alimentario fue predominante.

En el fiordo tropical Golfo Dulce (costa Pacífica de Costa Rica) Oviedo (2007) hace un estudio acerca de la ecología entre poblaciones simpátricas de delfín moteado y delfín nariz de botella, evidenciando coexistencia, ya que observa una separación del hábitat debido a diferencias en la manera en que usan el medio y en el tipo de presas (animales demersales para *T. truncatus* y presas pelágicas para *Stenella attenuata*); adicionalmente la batimetría y topografía separa los nichos ecológicos de estas especies. Acevedo-Gutiérrez y Parker (2000) definen cuatro categorías de comportamiento en la superficie del delfín nariz de botella en relación a la disposición espacial de sus presas, tras hacer observaciones a 65 grupos de delfines en Isla del Coco, al este del océano Pacífico de Costa Rica. Estas categorías incluyen movimientos rápidos sin

buceo, forrajeo sin buceo, buceo en diversas regiones, y buceo en un solo lugar.

En el golfo de Guayaquil (Ecuador) Fernando Félix (1997) plantea un estudio para determinar la estructura social de los delfines nariz de botella costeros. El autor observa que la población de delfines está organizada en grupos o sociedades de alrededor 115 individuos, agrupaciones de las cuales tres son residentes en el área y dos no lo son. Se registran interacciones entre grupos de diferentes sociedades, y se observan patrones de asociación entre individuos de distinta clase de edad y sexo. Se hizo evidente también la interacción entre hembras para formar agrupaciones, mientras que los machos no presentaron tal comportamiento.

En 1994 Félix hace también un estudio en el Golfo acerca de la ecología del delfín nariz de botella, aportando información referente a la alimentación, reproducción y comportamiento. Registró una población de 637 individuos, los cuales se observan con mayor frecuencia en la época seca (entre junio y noviembre), formando grandes grupos y concentrándose en pequeñas áreas. En el mismo año, Félix reporta un caso de comportamiento epimelético de un delfín silvestre que llevaba y empujaba el cadáver de una hembra joven, asociando este comportamiento principalmente entre animales jóvenes o crías y presuntamente las madres de éstas.

2.4.3. Estado del conocimiento en el Caribe y Atlántico latinoamericano

En Brasil, Azevedo *et al.* (2007) estudian y caracterizan los sonidos producidos por los delfines nariz de botella residentes del estuario Patos Lagoon en el sur de Brasil. Identifican un variado repertorio de sonidos, los cuales registran altos rangos de frecuencia entre 1,2 y 22,3 kHz; observan que cada animal emite en promedio 0,8 sonidos por minuto y que cada sonido es diferente por individuo.

Gamboa-Poveda y May-Collado (2006) realizan observaciones acerca de la ocurrencia, residencia y comportamiento de las especies costeras *Sotalia guianensis* y *T. truncatus* presentes la región de Gandoca-Manzanillo (Costa Rica); siendo más frecuente el avistamiento de *S. guianensis,* y basados en los datos de uso de hábitat y foto-identificación se establece una población residente en la zona, mientras que el delfín nariz de botella se asocia como un visitante común. Posteriormente, en la misma región, Acevedo *et al.* (2005) adelantan un estudio para estimar la extensión de las interacciones interespecíficas entre *Sotalia guianensis* y *T. truncatus*, en relación al tamaño de grupo y el comportamiento. Se observa comportamiento social en grupos mixtos de más de cuatro delfines, y grupos uniespecíficos menores a cinco individuos para el comportamiento alimenticio. Evidencia fotográfica y avistamientos sugieren que entre ambas especies se producen híbridos.

En Belice, Kerr *et al.* (2005) realizan 392 salidas de foto-identificación durante tres años (1997-1999) para determinar la abundancia, tamaño grupal y uso de hábitat del delfín nariz de botella en la región de los cayos Drowned; se avistan 736 grupos con tamaño promedio de 2,9 individuos, de los cuales el 30% se consideran residentes en contraposición a un 23% que fueron fotografiados solo una vez. Grigg y Markowitz (1997) examinan los sitios de preferencia y uso de hábitat de estos delfines en el atolón de Turneffe (Belice) durante septiembre de 1995 y mayo de 1996, identificando las principales zonas de alimentación, comportamiento y actividades de los individuos en el área. Por su parte, Campbell *et al.* (2002) publican un estudio adelantado durante cuatro años (1992-1996) acerca de aspectos ecológicos del delfín nariz de botella en el atolón de Turneffe que incluyen ocurrencia, sitios de fidelidad, tamaño grupal y abundancia. Los resultados sugieren que la falta de recursos disponibles limita la permanencia de la especie en el Atolón, foto-identificando un poco más de 80 individuos, de los cuales apenas 26 muestran un patrón de residencia en el área.

En la costa nororiental de Isla Margarita y el Archipiélago los Frailes (Venezuela), el delfín nariz de botella se observa con una frecuencia de tres a cuatro avistamientos por día (Oviedo y Silva, 2005). En Puerto Rico, Rodríguez-Ferrer (2001) describe al delfín nariz de botella como común y residente y describe un tamaño promedio de grupo entre 7,2 y 8,3 individuos. Erdman (1970) propone que la ocurrencia de la especie es principalmente importante en las Islas Vírgenes y cerca de Puerto Rico durante el verano, y puede ser avistado ocasionalmente en la costa en canales poco profundos entre los manglares.

En Colombia, Combatt y Gonzáles (2007) adelantan un estudio sobre la ocurrencia y distribución del delfín nariz de botella en las costas de Dibulla (Baja Guajira) durante la época lluviosa (agosto a diciembre) del 2005. Se sugiere un patrón de residencia local y estacional, y se observa una distribución uniforme en la zona. El tamaño grupal promedio es de tipo variable, característico de la especie en su forma costera. Las actividades principales de los delfines en la región son las de desplazamiento y alimentación, por lo que se considera que el uso de hábitat es para alimentarse, incluyendo entre su dieta peces de las familias Clupeidae, Scombridae, Mugilidae y Scianidae.

En bahía Cispatá (Caribe colombiano) García (1998) hace un estudio para comprender la forma en que los delfines usan el hábitat. Se registran aspectos biológicos de *T. truncatus* y *Sotalia fluvialitis* (*S. guianensis*) tales como número de individuos avistados, composición grupal según edades relativas, horarios de entrada y salida de la Bahía, rutas utilizadas, zonas visitadas, tiempo de permanencia en cada una, y comportamiento. Adicionalmente hace seguimiento del tráfico de embarcaciones, mareas, fase lunar, y datos ambientales tales como temperatura superficial del agua, transparencia, salinidad y luminosidad. De esta forma, el autor determina que la principal actividad que realizan los delfines en el área es la de alimentación, y sugiere que los patrones observados en relación a diferencias estacionales, tamaño de grupo, horarios, zonas preferenciales y comportamiento se asocian

principalmente al movimiento de sus presas. Por otro lado, Ávila (1995) desarrolla una investigación acerca de aspectos biológicos y ecológicos de los delfines *Sotalia guianensis* y *T. truncatus* presentes en la Bahía; hace observaciones acerca de la manera en que las especies usan el hábitat, y aplicando la metodología de transecto lineal estima la abundancia, registrando una mayor cantidad de individuos en las zonas de acceso a la Ciénaga.

En Argentina, Würsig (1978) describe el patrón de distribución estacional del delfín nariz de botella en el golfo de San José (océano Atlántico argentino), identificando grupos de 8 hasta 20 animales compuestos principalmente por adultos. Se observaron crías nacidas a finales del verano, temporada en la cual se presentan las mayores temperaturas de agua.

En Bocas del Toro (Panamá) la población de delfines nariz de botella empezó a ser estudiada en el 2004 por la Dra. Laura May-Collado con el proyecto 'Bufeo', estudiando aspectos biológicos básicos del delfín nariz de botella que incluyen tamaño poblacional, uso de hábitat, distribución en la zona, bio-acústica, ruido ambiental, e interacciones entre delfines y actividades humanas. En el 2007, se presentó un reporte público sobre el estatus de la población (May-Collado *et al.*, 2007). Entre los varios aspectos descritos, se propone que la población de Bocas del Toro consiste de animales no residentes (transeúntes costeros y oceánicos posiblemente) y residentes (estacionales y anuales). Taubitz (2007) describe que los residentes utilizan la región para todas sus actividades básicas alimentación, desplazamiento, socialización (interacciones entre los miembros del grupo), descanso y forrajeo. May-Collado y Wartzok (2008) proveen evidencia que los delfines modifican sus sonidos de comunicación para poder evitar el enmascaramiento de estas señales durante encuentros con embarcaciones de uso turístico.

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Este estudio se enfoca en determinar la distribución y uso de hábitat del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* en la región de Bocas del Toro, evaluando aspectos geomorfológicos del área, variables oceanográficas y ruido ambiental (medido en términos de la intensidad del tráfico de botes a lo largo del año) como factores contribuyentes en la ocurrencia, distribución y uso de hábitat de estos delfines. Se utilizarán datos obtenidos en los años 2004, 2006, 2007, y 2008 proporcionados por la Dra. Laura May Collado y muestreos realizados por mi persona durante el 2009. Específicamente se pretende analizar el impacto del tráfico de botes sobre los individuos y la influencia del ambiente durante la época seca y lluviosa (e.g., temperatura superficial del agua, salinidad, concentración de oxígeno disuelto) y de algunos aspectos geomorfológicos como profundidad, distancia a la costa, etc.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Establecer la distribución espacial de grupos de delfines usando el Programa de Información Geográfica Arc View en asociación a la topografía del área de estudio.

2. Establecer si existe una asociación espacial entre el uso del hábitat y áreas específicas dentro de su distribución.

3. Determinar si existe un efecto espacial del tráfico de botes sobre la ocurrencia, distribución y uso de hábitat de los delfines, y establecer si está determinado por cambios en la abundancia de embarcaciones o el tipo de interacciones entre los individuos y los diferentes tipos de botes (e.g., pesca, turismo, personal, transporte local).

5. HIPÓTESIS

La distribución y uso de hábitat del delfín nariz de botella en la región de Bocas del Toro puede estar influenciada por factores topográficos tales como distancia de la costa, profundidad, tipo de sustrato y ecosistemas (pastos marinos, coral, fondos arenosos, fondos rocosos, etc.). La zona insular del Archipiélago de Bocas del Toro está compuesta básicamente por dos bahías encerradas por arrecifes coralinos: bahía Bocatorito, rodeada de mangle por ser de poca profundidad (ANAM, 2001), y bahía Almirante, de mayor profundidad (Collin, 2005).

Hipótesis: La variedad de profundidades, sustratos y ecosistemas en la región, en asociación con la variedad de presas presentes para los delfines influenciará la distribución y el patrón de comportamiento de los delfines dentro del Archipiélago.
Predicción: Se espera que los delfines se distribuyan en áreas poco profundas (entre 0 y 20 m) básicamente para actividades sociales de crianza, de descanso, alimentación y desplazamiento; y en zonas más profundas (hasta 100 m) para alimentarse y desplazarse (Combatt y Gonzáles, 2007; Ingram y Rogan, 2002; Rodríguez-Fonseca, 2001; Mignucci-Giannoni, 1998).

Hipótesis: Las aguas tropicales son generalmente consideradas como poco estacionales. Sin embargo existen diferencias físico-químicas entre la estación lluviosa y seca que pueden influenciar cambios en el hábitat y por ende la disponibilidad de presas de delfines (Rodríguez-Fonseca, 2001; Stephanis, 2008).

Hipótesis: El incremento de las actividades comerciales para la observación de delfines, ha generado cambios en el hábitat de muchas especies de

cetáceos que dependen del sonido para sobrevivir. Dependiendo de los niveles de ruido asociado a los motores de botes utilizados para esta actividad, varias especies responden con cambios en su distribución y uso de hábitat dentro de los límites de su ámbito de hogar (Findlay, 1998; Nowacek *et al.*, 2001; Kruse, 1991; Au y Perryman, 1982; Urick, 1983, Hastie *et al.*, 2003, Bedjer *et al.,* 1999; May-Collado y Wartzok, 2008)

Predicción 1: El delfín nariz de botella evita áreas donde la observación de delfines se concentra principalmente durante la época alta de turismo.

Predicción 2: En respuesta a los cambios de distribución se espera que los delfines también cambien sus patrones de comportamiento. Por ejemplo, hembras utilicen áreas menos visitadas por estos botes para descansar con sus crías.

6. METODOLOGÍA

6.1. ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo en el Archipiélago de Bocas del Toro, ubicado en la costa norte del Atlántico de Panamá (Fig. 6). Parte de la zona es protegida por la ley, a través del Parque Nacional Bastimentos. La zona costera de Bocas del Toro está comprendida desde la desembocadura del río Sixaola al occidente (frontera con Costa Rica) y la desembocadura del río Chiriquí al oriente. La región está dividida en tres sectores que corresponden a: 1) Zona de Changuinola (comprendida por la desembocadura del río Sixaola, ciudades de Changuinola, Almirante y el Humedal San Pond-Sak), 2) Zona insular y 3) Zona de Chiriquí Grande (Arden & Price y Universidad de Miami, 2008) (Fig. 6). Los recorridos en bote se llevaron a cabo sobre la Zona Insular del Archipiélago de Bocas del Toro (Fig. 6).

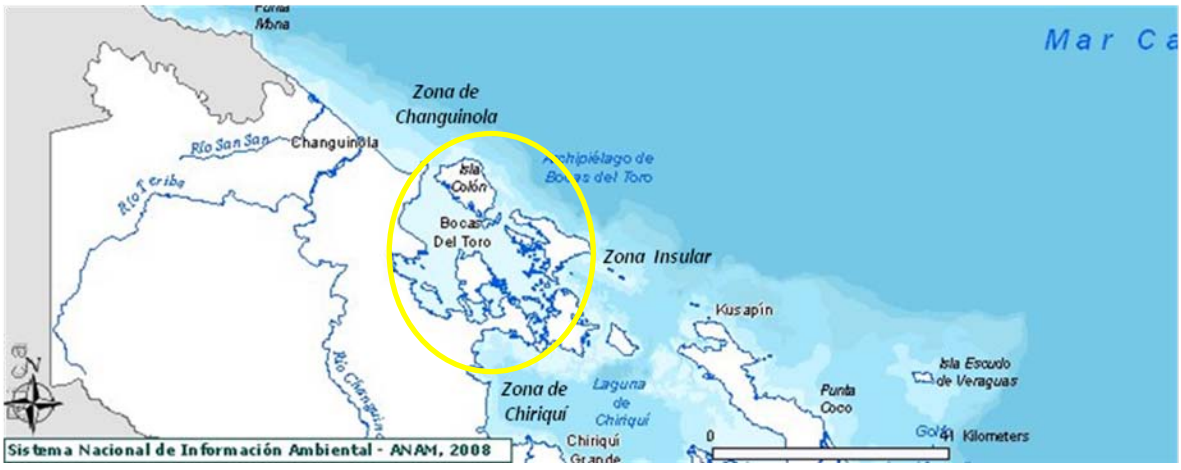


Figura 6. Área de estudio: Archipiélago de Bocas del Toro. La región delimitada por una franja amarilla corresponde al área en la que se llevaron a cabo los recorridos en bote (Tomado de ANAM, 2008).

La costa de Bocas del Toro presenta el archipiélago del mismo nombre, además de dos grandes bahías encerradas por islas y arrecifes coralinos

(Imbach y Alvarado, 1990; En: ANAM, 2001): la Bahía de Almirante conocida como Aburemá y la Laguna de Chiriquí o Caribaró. La Bahía de Almirante, localizada hacia el oeste, es la de menor profundidad y donde se encuentran la mayoría de las islas y cayos de mangle. Hacia la Laguna de Chiriquí, las islas son más pequeñas, menos numerosas y debido a su mayor profundidad, no existen cayos de mangle como en la Bahía de Almirante. La Laguna de Chiriquí está bordeada por Isla Popa, Cayo Agua y la Península de Valiente, una extensión continental con dirección noroeste. Las bahías no presentan playas arenosas ni promontorios de roca, tanto la costa del istmo como la de las islas que están rodeadas de manglares (ANAM, 2001).

6.1.1. Sistemas marino – costeros de Bocas del Toro y fauna asociada

La costa de Bocas del Toro es muy diversa en ecosistemas y morfologías. El Archipiélago de Bocas del Toro contiene importantes ecosistemas marinos, que incluyen bosque de manglar, pastos marinos y arrecifes de coral. Comprende además diferentes tipos de costa y litorales tales como anchas playas de arena, playas angostas cercadas por vegetación, playas rocosas y basamento rocoso vertical, entre otros (Fig. 7). Estos ecosistemas conforman un mosaico de hábitats ecológicamente interrelacionados a través del intercambio de materiales y de fluidos que favorece el desarrollo de diversas especies (Arden & Price y Universidad de Miami, 2008). En el área existe una población residente de delfín nariz de botella que ha sido expuesta a una acción moderada-alta de turismo de observación de cetáceos ("whale/dolphin-watching"), en adición a la contaminación acústica por parte de puerto Almirante (May-Collado *et al.*, 2007; May-Collado y Wartzok, 2008; Taubitz, 2007). De hecho, en Bocas del Toro, los niveles de ruido son significativamente más altos en Drago, Cerro Brujo y bahía Bocatorito (May-Collado y Wartzok, 2008), siendo esta última un área frecuentada por los delfines.

La región de Bocas del Toro contiene la segunda área coralina más extensa de Panamá (Fig. 7*a*) (Guzmán, 2003; En: Arden & Price y Universidad de Miami,

2008). Los arrecifes coralinos del Archipiélago pueden agruparse en tres puntos geográficos que comprenden: 1) arrecifes de la Laguna de Chiriquí, 2) arrecifes de la Bahía Almirante y 3) arrecifes con influencia oceánica que los separa el ambiente lagunar entre la Laguna de Chiriquí y Bahía Almirante. En términos generales, los arrecifes lagunares de áreas someras comprenden algunas especies como *P. porites, A. tenuifolia* y *Millepora alcicornis*; mientras que las regiones profundas están dominadas por colonias grandes de *S. siderea* (Arden & Price y Universidad de Miami, 2008). Los arrecifes de coral representan uno de los ecosistemas más diversificados de Bocas del Toro. Albergan una gran cantidad de especies marinas que incluyen alrededor de 121 especies de algas, 95 de esponjas, 19 de opistobranquios, 16 nemertinos, 12 sipuncúlidos, 23 de equinodermos, 160 de peces, 82 de moluscos y 39 de crustáceos (Collin *et al.*, 2005; Dominici-Arosemena y Wolff, 2005). A pesar que las bases de datos del La Estación de Bocas del Toro del Instituto de Investigaciones Tropicales del Smithsonian registran alrededor de 534 especies asociadas a los arrecifes de coral, hasta ahora sólo se ha estudiado un porcentaje de estas especies, razón que sugiere que la diversidad puede ser aún mayor (ANAM, 2001).

Las praderas de pastos marinos corresponden junto con los arrecifes de coral los ecosistemas marinos de aguas someras (inferiores a 10 metros de profundidad) (Fig. 7*a*). Las comunidades de pastos marinos de fondos lodosos y arenosos están compuestas principalmente de las especies *Thalassia testudinum* (hierba de tortuga) y *Syringodium filiforme* (hierba de manatí) y en menor abundancia *Halodule wrightii* y *Halophila decipiens* (Collin, 2005). Las praderas de pastos marinos resguardan alrededor de 90 especies, de las cuales el 68% son crustáceos. Adicionalmente, la variedad de fauna bentónica incluye poliquetos y moluscos, los cuales muestran pequeñas fluctuaciones estacionales. Especies de algas calcáreas, algas carnosas, corales, organismos epífitos, microalgas y macrofauna asociada como estrellas marinas (*Oreaster*) (Fig. 8*b*), erizos (*Lytechinus*), pepinos, esponjas, anémonas, medusas (*Carybdea*) (Fig. 8*c*) y peces también hacen parte de las praderas

conformando un ecosistema bentónico muy productivo. El meroplancton presente incluye larvas de engráulidos y clupéidos, que se han observado principalmente durante la estación invernal (D'Croz y Robertson, 2007; Arden & Price y Universidad de Miami, 2008). La abundancia de juveniles de peces, moluscos y algunos crustáceos como cangrejos y langostas, evidencia el valor ecológico de las praderas proveyendo áreas de refugio, alimentación, reproducción y crecimiento para diversas especies marinas en sus primeras fases de desarrollo (ANAM, 2001).

Figura 7. Sistemas marino-costeros de Bocas del Toro: La costa de Bocas es muy diversa en ecosistemas y morfologías, presentando diversos sistemas marino-costeros que incluyen a) arrecifes de coral y praderas de pastos marinos, playas angostas cercadas por vegetación, b) bosques de manglar, c) desembocadura de ríos flanqueados por vegetación terrestre y d) anchas playas de arena (Fotografías: Dalia C. Barragán-Barrera).

Los manglares es uno de los ecosistemas marino-costeros predominantes en la región de Bocas del Toro (Fig. 7*b*). Los bosques se distribuyen a lo largo de la costa continental y en la región insular, representados principalmente por la especie *Rhizophora mangle* en esta última zona, alcanzando alturas de tres a

seis metros representativas de bosque enano, y localizados en franjas alrededor de las islas e islotes sin cubrir más de dos metros tierra adentro. Por el contrario, los bosques continentales alcanzan alturas de 8 a 20 metros característicos de bosques ribereños o bosques de franja, y se encuentran representados por otras especies como *Avicennia germinans, Laguncularia racemosa* y *Pelliciera rhizophorae* (Arden & Price y Universidad de Miami, 2008). Estos bosques favorecen el desarrollo de una fauna megadiversa por ser un ecosistema altamente productivo. La mayoría de los organismos vivos se encuentra en las raíces de mangle, albergando una gran diversidad de algas, anémonas, esponjas y moluscos. Para el caso de los peces y aves (Fig. 8*a*), los manglares les proveen áreas de refugio, alimentación y reproducción (ANAM, 2001).

Figura 8. Especies características de los ecosistemas marino-costeros de Bocas del Toro, representando la gran diversidad biológica de la región. a) La Garza Ceniza *Ardea herodias* (Ciconiiformes: Ardedidae) habita principalmente bosques de manglar, b) la estrella de mar *Oreaster reticulatus* (Valvatida: Oreasteridae) y c) la medusa *Carybdea* sp. (Cubomedusae: Carybdeidae) se asocian principalmente a las praderas de pastos marinos y d) el oso perezoso de dos dedos *Choloepus hoffmanni* (Pilosa: Megalonychidae) habita principalmente los sistemas de vegetación terrestre. (Fotografías: *a, c* David Palacios; *b, d* Dalia C. Barragán Barrera).

La alta diversidad de peces y organismos marinos se debe a las condiciones oceanográficas de Bocas del Toro, que mantienen un nivel de marea y corrientes bajo y constante, favoreciendo la concentración de larvas que se dispersan de forma pasiva por todo el Archipiélago (Cowen, 2002). En adición, el efecto de "hábitat por parches" que hace referencia a la forma en que los arrecifes se distribuyen por toda el área, permite la conformación de pequeñas comunidades de peces y organismos arrecifales aisladas que se relacionan en conjunto conformando todo un complejo arrecifal (Acosta y Robertson, 2002). Adicionalmente, la disposición de las islas y sistemas arrecifales en el Archipiélago de Bocas del Toro permite una alta diversidad de peces y organismos marinos en Bocas. De esta manera, la carencia de grandes espacios oceánicos que conformen una barrera para la dispersión de especies en su etapa larval, permite que la fase de reclutamiento se lleve a cabo entre las islas y parches arrecifales dentro del Archipiélago, favoreciendo la diversidad de organismos marinos en Bocas del Toro (Dufour *et al.*, 1995).

La vegetación terrestre de la región de Bocas del Toro es principalmente de tierras bajas, alcanzando alturas de máximo 100 msnm, de tipo inundable o siempreverde, siendo ésta última la predominante (Fig. 7*c*). Las familias representativas de la región son Araceae, Cyperaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Orchidiaceae, Poaceae y Rubiaceae (Valdespino y Santamaría, 1997; En: ANAM, 2001). La vegetación terrestre circunda sistemas hidrológicos como ríos y humedales que son habitados por el manatí antillano *Trichechus manatus* (Arden & Price y Universidad de Miami, 2008). Otros mamíferos asociados a estos bosques son el oso perezoso de dos dedos (*Choloepus hoffmanni*) (Fig. 8*d*) y el de tres dedos (*Bradypus variegatus*), el armadillo (*Dasypus novemcinctus*), el mono nocturno (*Aotus lemurinus*), entre otros. Por otro lado, los bosques siempreverdes alterados y poco alterados albergan la mayoría de anfibios de la región, representados principalmente por la ranita venenosa *Dendrobates pumilio*, cuyas características fenotípicas son de atractivo turístico, mostrando gran variedad de coloraciones diferentes para cada isla que habitan. Finalmente, el bosque inundable mixto contiene el mayor

número de reptiles reportados para la zona, representados principalmente por las familias Polychrotidae y Chelonidae (ANAM, 2001).

6.1.2. Precipitación, drenaje y cuencas

El clima de Panamá está definido por el área de baja presión denominada Zona de Convergencia Inter Tropical (ZCIT). La posición de ZCIT determina los patrones de lluvia y vientos en esta parte del Istmo. De esta manera, cuando la ZCIT está ubicada sobre el norte de Panamá, se presenta la estación lluviosa. En contraste, cuando la ZCIT se posiciona hacia el sur del país, ocurre la época seca influenciada por vientos del noreste (D'Croz *et al.*, 2005). Sin embargo, la estacionalidad en la provincia de Bocas del Toro no está claramente definida. Se pueden describir dos períodos de bajas lluvias (marzo y septiembre-octubre) y dos temporadas de altas lluvias (julio y diciembre) (Guzmán *et al.* 2005). De esta manera, la época seca menor coincide en el mes de marzo y la seca mayor se extiende desde finales de septiembre hasta octubre (Gordon, 1982; En: Guzmán *et al.*, 2005). Los meses con mayor precipitación son julio y diciembre-enero, con lluvias torrenciales y pocas horas de sol (Guzmán *et al.* 2005; Arden & Price y Universidad de Miami, 2008). No obstante, aunque éste es el patrón general, existen grandes diferencias entre años. La alta precipitación y los pocos días sin lluvias, hacen del clima del archipiélago de Bocas del Toro uno de los más húmedos de la región (ANAM, 2001). De hecho, esta provincia de la Vertiente del Caribe es una de las regiones panameñas donde se presenta la mayor precipitación lluviosa. El promedio anual está en 3 m aunque hay regiones que reciben alrededor de 4 a 5 m de lluvia por año (Arden & Price y Universidad de Miami, 2008).

La provincia tiene ríos de mediana longitud y caudal abundante; los principales provenientes de la costa, que descargan directamente en la bahía de Almirante y la Laguna de Chiriquí, son el Auyama, el Róbalo, el Guarumo, el Guariviara y el Cricamola, siendo éste último el de mayor caudal. Los ríos Sixaola y Changuinola, que se originan en la Cordillera de Talamanca, son los ríos más

importantes que descargan sus aguas cerca del archipiélago de Bocas del Toro. El Sixaola y el Changuinola drenan extensas plantaciones de banano y áreas bastante deforestadas en su cuenca baja y media por lo que acarrean grandes cantidades de sedimento, posiblemente con un alto contenido de fertilizantes y pesticidas, utilizados en las plantaciones bananeras y otras actividades agrícolas que se presentan en la región. Los ríos y quebradas que se originan en las islas, se generan especialmente en las montañas centrales, siendo de cauce corto y con caudal bajo (ANAM, 2001).

6.2. FASE DE CAMPO

6.2.1. Datos ambientales

Se tomaron datos de tipo de línea y distancia de costa, profundidad y sustrato, los cuales fueron recolectados de mapas proporcionados por The Nature Conservancy en Panamá y de información de la Estación Marina del STRI en Bocas (Fig. 9). Adicionalmente se registró posición geográfica y hora del día. Se consideraron algunos factores oceanográficos que incluyen concentración de oxígeno disuelto, salinidad y temperatura superficial del agua. Estos datos fueron proporcionados por la Estación Marina del STRI (Fig. 9).

6.2.2. Recorridos

Se han realizado 72 salidas de campo en el Archipiélago de Bocas del Toro, recorriendo las bahías Bocatorito y Almirante, comprendiendo áreas marino-costeras que bordean las islas Pastores (frente a la costa de Almirante), San Cristóbal, Colón, y siguiendo corredores marinos entre las islas Solarte, Bastimento y Carenero (Fig. 10). Con el fin de abarcar las dos épocas climáticas, se realizaron muestreos desde junio de 2004 hasta febrero de 2009. Los recorridos durante la época lluviosa mayor fueron efectuados en los años 2004 (junio), 2006 (julio), 2007 (enero, febrero, julio y diciembre) y 2009

(febrero). Las salidas de campo durante la estación seca mayor se llevaron a cabo en los años 2006 (septiembre y octubre), 2007 (septiembre, octubre, noviembre), y durante la seca menor en los años 2006 (abril), 2007 (marzo) y 2008 (marzo).

Figura 9. Estación meteorológica de la Estación Marina de Bocas del Toro del Instituto Smithsoniano de Investigaciones Tropicales.

Las giras de campo fueron realizados durante un período de siete a diez días. Las salidas se realizaron a bordo de un bote con motor fuera de borda, perteneciente a la Estación Marina del Instituto Smithsoniano en Bocas del Toro (Fig. 11), operado por el capitán de bote Eric Brown (Fig. 12*b*). Los recorridos se realizaron desde las 07:00 hasta las 17:00 horas a una velocidad de 25 km/h. Cada día se seleccionaron dos rutas para asegurar que la unidad de esfuerzo por bloques de día (mañana: 7:00 - 11:00 horas y tarde: 12:00 – 17:00 horas) y por estación sea similar. Durante los recorridos se colectaron

datos de avistamientos, hora de encuentro, número total de individuos por grupo y clase de edad, comportamiento y foto-identificación. Estos recorridos siguen los lineamientos de acercamiento de la Resolución #1 ARAP 29-01-2007, Gaceta 25731 (www.asamblea.gob.pa) para observación de cetáceos en Panamá.

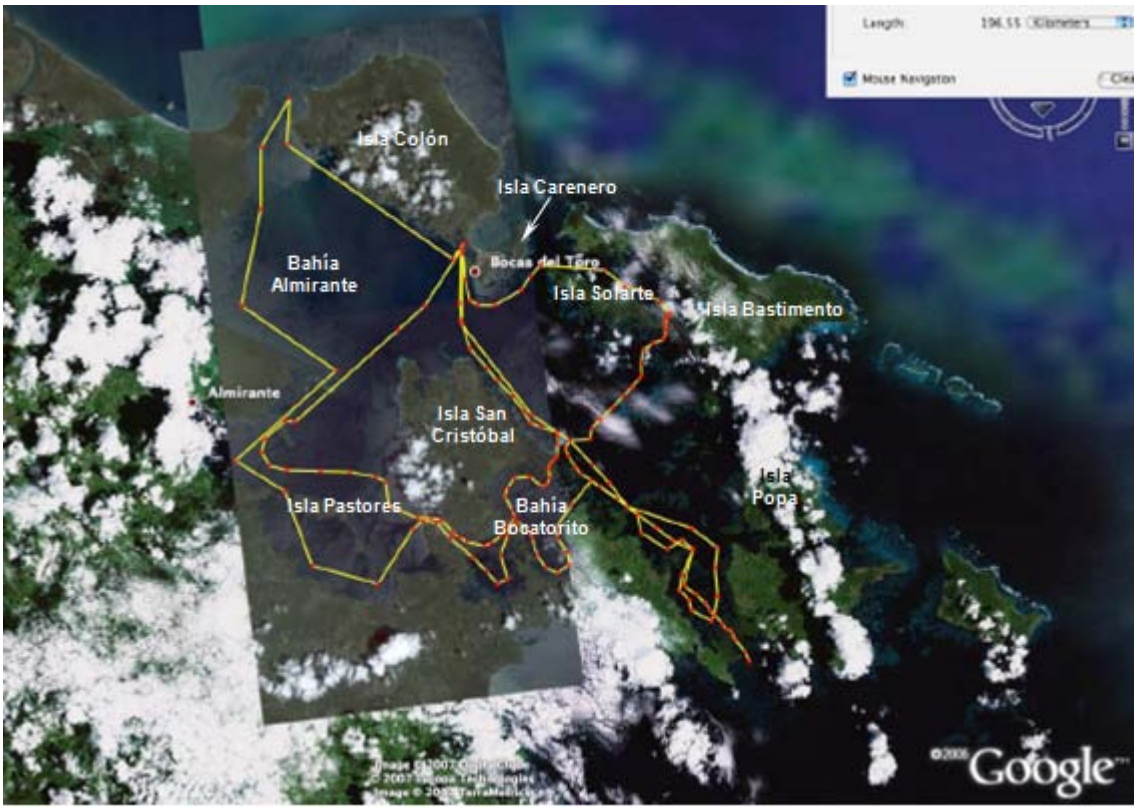


Figura 10. Mapa del área de estudio delimitando las rutas realizadas durante los muestreos (tomado y modificado de May-Collado *et al.*, 2007).

6.2.3. Seguimiento de grupos

Se define grupo como aquella agregación de individuos es la cual se mantiene a una distancia máxima de 10 m (Smolker *et al*., 1992). Siguiendo la metodología aplicada por May-Collado y Wartozk (2008), se mantuvo una distancia aproximada de 20 a 50 m del grupo avistado y se procedió a la toma de los datos en la hoja de avistamiento (Fig. 12*c*) y posteriormente la hoja de comportamiento (Fig. 12*a*) (ver Anexos A y B).

Figura 11. Bote "Issurus" con motor fuera de borda, perteneciente a la Estación Marina de Bocas del Toro del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, utilizado para realizar las salidas de campo.

6.2.4. Composición y estructura grupal

Para cada grupo avistado se identificó el número de adultos, juveniles y crías con base al tamaño corporal: los adultos alcanzan longitudes desde 1,9 hasta 3,8 m, y las crías entre 1 y 1,3 m (Jefferson *et al.*, 1993). De esta forma, se consideró la composición grupal teniendo en cuenta que los juveniles presentan una longitud equivalente entre las 2/3 y 3/4 partes de un adulto, mientras que las crías son aproximadamente 1/2 a 2/3 o menos de la longitud de un adulto (Bel'kovich *et al.,* 1978).

6.2.5. Distribución

6.2.5.1. Recorridos

La distribución de los animales dentro del área de estudio fue establecida a partir de la posición geográfica de los individuos avistados usando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS Garmin ® *etrex*) (Fig. 12*d*). Estas posiciones fueron luego analizadas con el program ArcView para determinar la distribución espacial general de los grupos avistados.

Figura 12. Trabajo de campo. a) Toma de datos y fotografías a los individuos de un grupo avistado b) Capitán de bote Eric Brown siguiendo los lineamientos de acercamiento para cetáceos en Panamá. c) Formatos de avistamiento. d) GPS Garmin ® *etrex* utilizado para posicionar geográficamente el grupo avistado. e) Cámara Canon EOS Redel XT con lente digital 70-300 mm Canon Ultrasonic (Image Stabilizer) utilizada para tomar fotografías de cada individuo.

6.2.5.2. Sobrevuelos

6.2.5.2. Sobrevuelos

Adicionalmente, se realizaron dos sobrevuelos sobre el Archipiélago de Bocas del Toro que incluían áreas no muestreadas en campo, con el fin de determinar nuevos sectores de distribución de los delfines para futuros estudios. Los vuelos fueron donados por la entidad LightHawk, y se realizaron en un avión Cessna206 (Fig. 13) piloteado por el capitán Chuck Heywood. Se realizaron

Figura 13. Avión Cessna206 piloteado por el capitán Chuck Heywood de la entidad LightHawk, utilizado para realizar vuelos sobre el Archipiélago de Bocas del Toro.

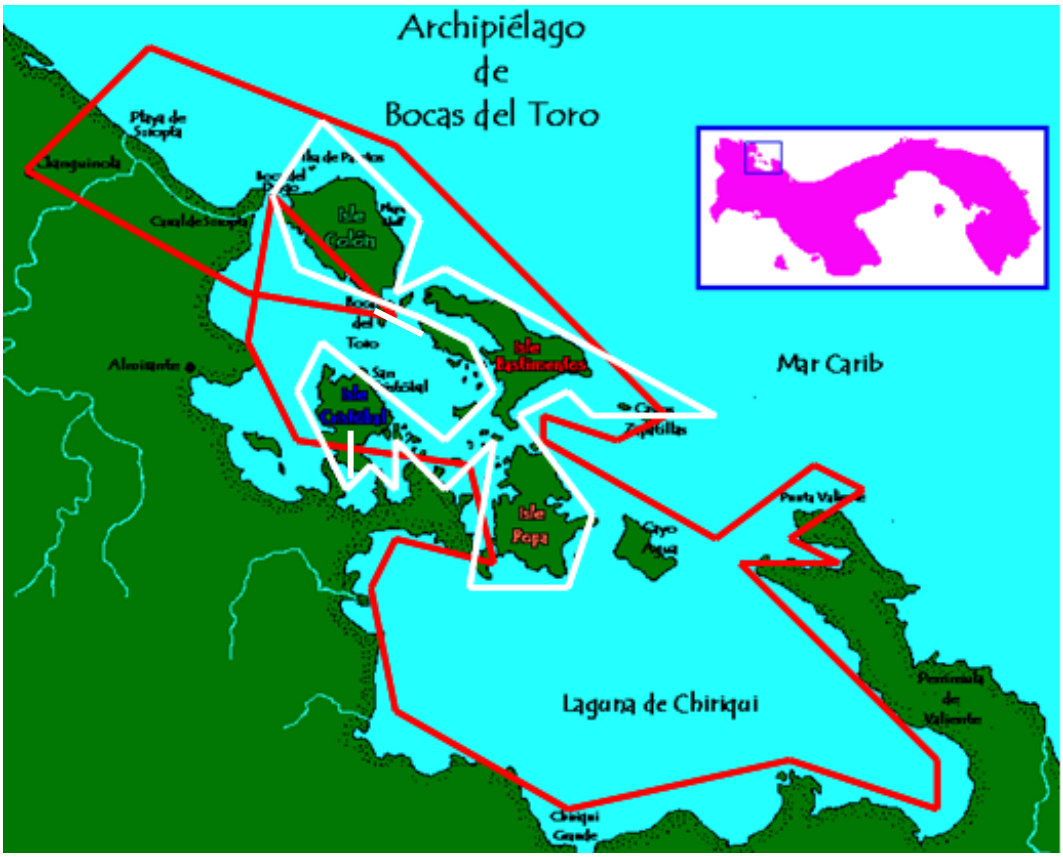


Figura 14. Esquema de vuelo realizado sobre Bocas del Toro para el Proyecto "Bufeo" dirigido por la Dra. Laura May Collado. La línea blanca traza la ruta uno y la roja el vuelo dos.

vuelos con una duración de alrededor de cuatro horas, trazando dos rutas sobre las islas, mar afuera y sobre la Laguna de Chiriquí con el fin de avistar delfines en otras regiones de Bocas. En la Fig. 14 se muestra el vuelo uno (línea blanca) que incluye áreas cercanas a las islas y frente a Isla Popa. El vuelo dos (línea roja) bordea la Laguna de Chiriquí, pasando por Punta Valiente y bordea mar afuera (aproximadamente 200 m) las islas Bastimento y Colón. Esta ruta incluyó parte de la zona costera de Changuinola cubriendo la zona oceánica frente a ella.

6.2.6. Uso de hábitat

Posteriormente a la obtención de los datos generales del grupo incluyendo posición geográfica se procedió a tomar datos de comportamiento. Los datos de comportamiento fueron registrados durante los primeros 20-30 min. de encuentro, realizando observaciones focales del grupo usando el método de 'escaneo o barrido' descrito por Mann (2000), donde cada tres minutos se anotó el (los) comportamiento(s) predominante(s) que cada miembro del grupo estuvo ejecutando por intervalos de tres minutos (Fig. 12*a*). Según lo sugerido por Karczmarski *et al.* (2000), se usaron categorías predominantes de comportamiento que incluyen alimentación, desplazamiento, descanso, y socialización.

- Alimentación: movimiento de los delfines siguiendo y atrapando peces; buceos frecuentes y asincrónicos acompañado de desplazamientos paralelos a la superficie del agua o movimientos circulares dentro de un área pequeña. Actividad superficial y respiraciones sin un patrón evidente; ocasionalmente se observa concentraciones de aves sobre los delfines (Bearzi y Politi, 1997).
- Desplazamiento: no se evidencia socialización o captura de peces; movimiento constante siguiendo una misma dirección. Se observa sincronía en la respiración y buceo de todos los miembros del grupo (Shane, 1990).

- Descanso: no se observa actividad específica, mostrando un bajo nivel de movimiento: los delfines aparentemente flotan manteniéndose sobre la superficie, sin una dirección definida y navegan muy despacio (3 km/h), realizando algunos movimientos lentos y ocasionales hacia delante (Mann y Watson, 2005).
- Socialización: gran nivel de actividad, movimientos vigorosos con alta velocidad y cambios súbitos de dirección, saltos fuera del agua, contacto corporal entre los delfines, y desplazamientos tales como "montar" olas en zonas de oleaje (Karczmarski *et al.*, 2000).

6.2.7. Datos de tráfico de botes

Para determinar el efecto del tráfico de botes sobre los delfines se contabilizó el número de botes presentes durante los avistamientos. Los botes fueron clasificados como motorizados o no motorizados (canoas) (Fig. 15). Estos últimos fueron categorizados como otros (O) (Fig. 15*f*). Los botes motorizados a su vez se clasificaron como whale/dolphin-watching (WW) (Fig. 15*a* – 15*b*), transporte local (TL) (Fig. 15c – 15*d*), pesca, y personal (P) (Fig. 15*e*). Además de contabilizar el número de botes, también se anotó las respuesta de los delfines a la presencia de los diferentes tipos de botes (según Leung Ng y Leung, 2003), o a la ausencia de éstos. Según May-Collado y Wartzok (2008), la presencia del solo bote de investigación genera un menor impacto sobre los delfines, en comparación a múltiples embarcaciones. Por este motivo, la relación de ausencia de botes se determinó en campo ante la presencia exclusiva del bote de investigación, el cual durante la observación y contacto con los delfines, apagaba el motor simulando lo mejor posible la ausencia total de éstos, con el fin de determinar el comportamiento de los animales ante la ausencia de algún tipo de embarcación motorizada.

Figura 15. Tipos de botes que transitan en la región de Bocas del Toro. a-b) Lanchas motorizadas de turismo de observación de cetáceos (WW). c-d) Botes motorizados de transporte local (TL). e) Embarcaciones de tipo personal (P), como catamaranes o yates. F) Barcas no motorizadas como canoas, categorizadas como "otros" (O).

6.3. FASE DE GABINETE

Se midieron factores topográficos (distancia de la costa, profundidad, y tipo de sustrato tales como pastos marinos, coral, fondos blandos), variables oceanográficas (temperatura superficial del agua, concentración de oxígeno disuelto y salinidad), número de botes presentes (como una medida indirecta de ruido motores), y se cuantificó el número de grupos y delfines así como su

comportamiento predominante. Adicionalmente, se tomó el número de botes presentes (como una medida indirecta del ruido de motores). Esta información permitió determinar la contribución de la topografía del área, cambios estacionales en temperatura superficial y ruido ambiental en la distribución y uso del hábitat por parte de estos delfines.

Se usaron los valores promedio de ocurrencia, tamaño de grupo, y comportamiento predominante, los cuales se asociaron con el número de grupos observados por año para determinar la frecuencia. Debido al sesgo de muestrear con diferente esfuerzo (medido en días en campo) durante cada año de muestreo, se estandarizaron los datos de frecuencia como unidad de esfuerzo por día, teniendo en cuenta que para cada año el trabajo en campo fue realizado según los lineamientos indicados por la Dra. May-Collado en el Proyecto "Bufeo". De este modo, para determinar la ocurrencia de individuos/día y grupos/día por cada año de muestreo, se calculó la frecuencia de observación a partir de la sumatoria de avistamientos dividida entre el número de días de esfuerzo en campo. El mismo procedimiento se realizó para calcular la ocurrencia de individuos/día y grupos/día por cada año de muestreo, teniendo en cuenta la presencia o ausencia de botes. Con el fin de determinar cambios en la ocurrencia, uso de hábitat e interacciones con botes, se establecieron diferencias significativas a partir de la prueba no-paramétrica Chi-cuadrado. Los cálculos se hicieron de forma manual. Por otro lado, para identificar diferencias en el tamaño de grupo con respecto al período o año de muestreo, se procedió a realizar un análisis de varianza ANOVA. Para establecer si el tamaño de grupo varió según la actividad de comportamiento predominante, se realizó el método no paramétrico de Kruskal-Wallis. Para desarrollar estas pruebas se empleó el programa estadístico StatGraphics Plus 5.1.

Para determinar si la distribución de delfines varió durante los cinco años de estudio, se utilizó el programa Arc View GIS 3.3 (ESRI 1998). Se realizaron análisis espaciales sobre una base cartográfica de Bocas del Toro

(proporcionada por The Nature Conservancy). Por medio de Análisis de Kernel aportados por Carlos Zambrana, se realizaron análisis espaciales considerando el comportamiento predominante de los grupos observados. De esta manera se determinó cómo se distribuyen y usan el hábitat los delfines sobre el área de Bocas del Toro. El mismo procedimiento fue realizado para determinar la distribución de botes sobre el área, y establecer su efecto en la distribución del delfín nariz de botella.

7. RESULTADOS

7.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL AGUA

7.1.1. Concentración oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno disuelto en el Archipiélago durante los años 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009 refleja concentraciones en un rango de 3.5 y 6.00 ml/L (Fig. 16). La tendencia refleja un incremento a partir de septiembre mostrando picos durante los meses de diciembre y enero, que coinciden con la época lluviosa mayor, la cual va desde diciembre hasta enero (Gordon, 1982; En: ANAM, 2001). Posteriormente al primer mes del año, se observa un decrecimiento de los valores de oxígeno disuelto.

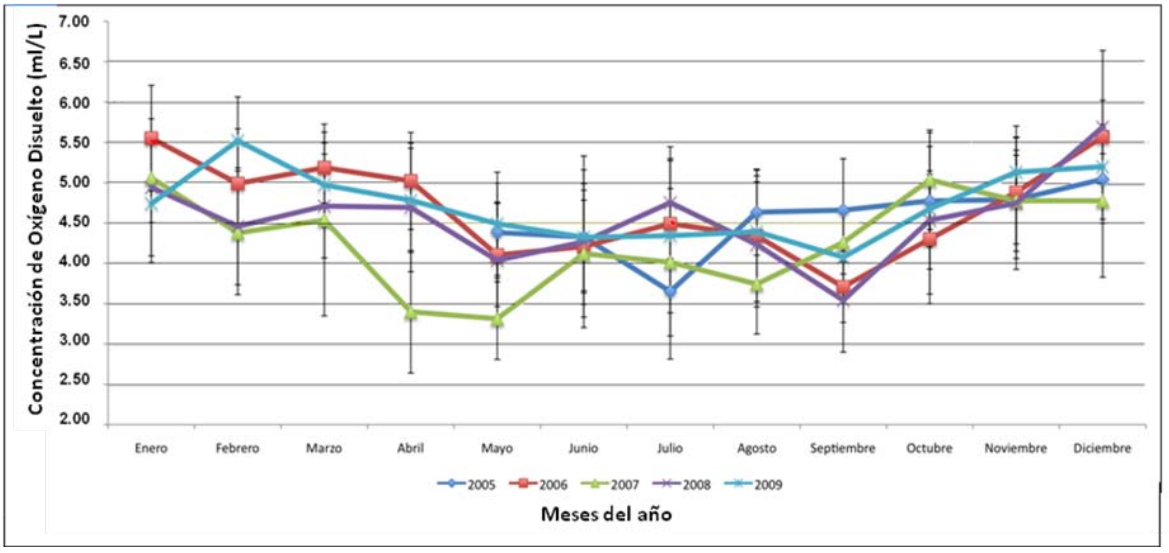


Figura 16. Curva anual de concentración de oxígeno disuelto (ml/L) de Bocas del Toro durante los años 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009.

7.1.2. Temperatura superficial del agua

Los valores más altos de oxígeno disuelto coinciden con la época de aguas más frías. La temperatura del agua de Bocas del Toro varía en un rango de 26°C hasta 30°C, mostrando aguas superficialmente cálidas durante todo el año. Sin embargo, se nota una variación interanual en los picos de temperaturas altas. Por ejemplo, en el 2007 las temperaturas más altas ocurrieron en el mes de octubre, mientras que durante el 2009 las temperaturas más cálidas se registraron en junio y septiembre (Fig. 17). No obstante, se observa una tendencia de incremento en la temperatura superficial del agua a principio de año, mostrando picos entre septiembre y octubre, y disminuye posteriormente hasta final de año. Por lo general, las más bajas temperaturas se presentan durante los meses lluviosos, entre diciembre y enero (Guzmán *et al.* 2005; ANAM, 2001; Arden & Price y Universidad de Miami, 2008).

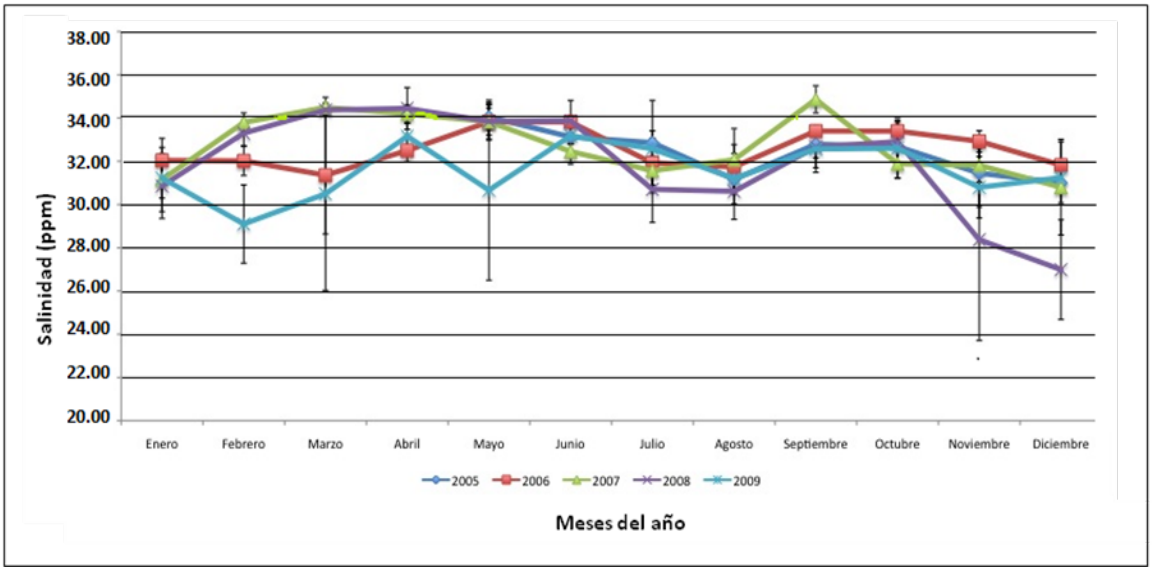


Figura 17. Curva anual de temperatura superficial del agua (°C) de Bocas del Toro durante los años 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009.

7.1.3. Salinidad del agua

El rango de salinidad de las aguas de Bocas del Toro varía entre 27 y 35 ppm. El año 2007 fue la temporada que registró los mayores picos de salinidad (hasta 35 ppm) principalmente en el mes de septiembre que coincide con la

estación seca mayor (Fig. 18) (Gordon, 1982; En: ANAM, 2001). El valor más bajo de salinidad se reportó en el mes de diciembre del 2008 (27 ppm).

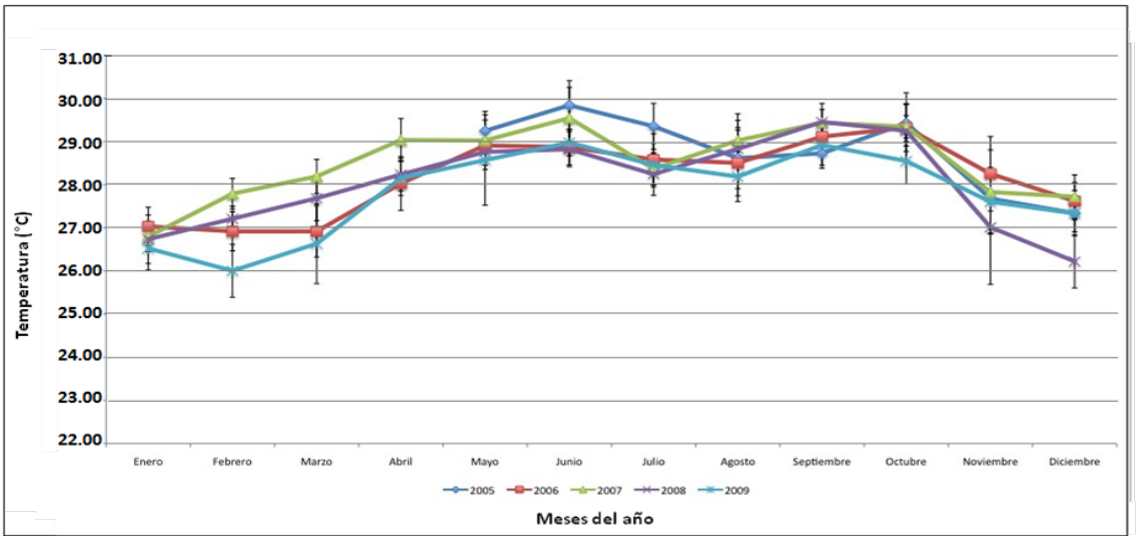


Figura 18. Curva anual de salinidad del agua (ppm) de Bocas del Toro durante los años 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009.

7.2. OCURRENCIA

Durante el período de estudio que comprenden los años 2004, 2006, 2007, 2008 y 2009, se observaron 275 grupos de delfines (n^{2004}= 8, n^{2006}= 136, n^{2007}= 84, n^{2008}= 29, n^{2009}= 18), y el total acumulado de los individuos que componen dichas agregaciones fue de 1652 individuos (n^{2004}= 55, n^{2006}= 912, n^{2007}= 457, n^{2008}= 149, n^{2009}= 81). Sin embargo, es importante aclarar que este número no representa el tamaño real de la población, debido a que muchos de los delfines fueron avistados repetidamente. Con base a datos preliminares de foto-identificación, se calcula que la población consiste de al menos 300 animales (May-Collado, 2010 *comm. pers*).

La ocurrencia representada en este estudio como la frecuencia de avistamiento de agregaciones de individuos por día, muestra una tasa de observación promedio de 3.82 grupos de delfines por día (Fig. 19). La tasa de observación promedio para número de individuos es de hasta 22.97 individuos por día (Fig.

20). No hubo diferencias significativas en la tasa de observación de grupos e individuos entre años (X^{2}_{Grupos}= 1.93; $X^{2}_{Individuos}$= 8.86, gl= 4, p>0.05). A pesar que no hubo diferencias significativas, es notable que la frecuencia de observación de grupos e individuos fuera mayor durante el 2007, año en el cual se registraron las más altas frecuencias de 5.47 grupos/día y 29.67 individuos/día, respectivamente.

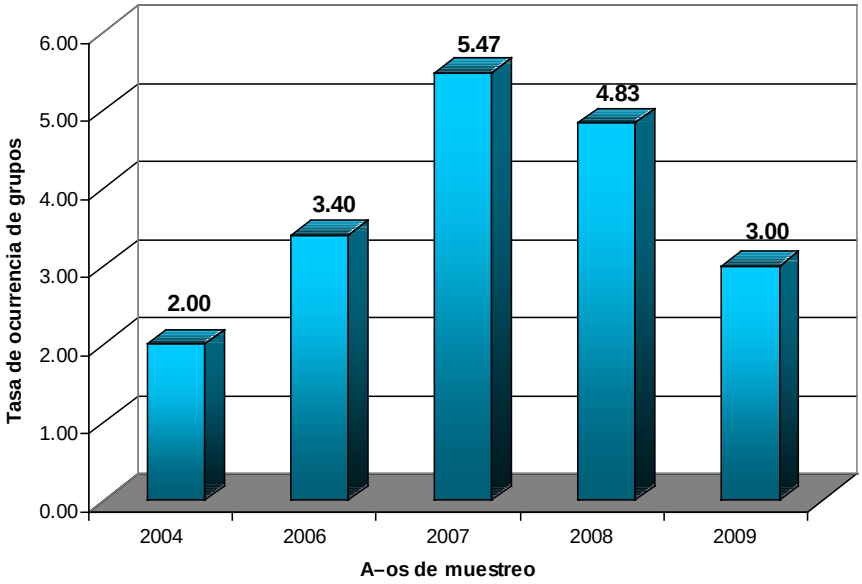


Figura 19. Tasa de ocurrencia de grupos de delfines por día para cada año de muestreo.

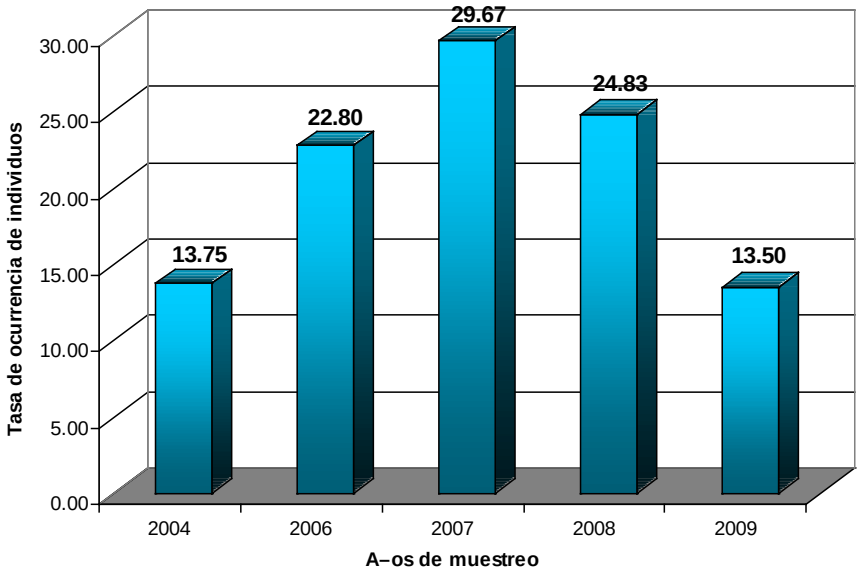


Figura 20. Tasa de ocurrencia de individuos por día para cada año de muestreo.

7.3 TAMAÑO DE GRUPO

El rango de tamaño grupal fue variable, mostrando agregaciones de hasta 30 individuos, siendo las agrupaciones entre uno y seis individuos las más constantes. La frecuencia de asociación de delfines ha sido constante en el tiempo, ya que no existen diferencias significativas en los rangos grupales entre años (X^2=16,24, gl= 12, p>0.05). La tendencia anual muestra que el rango de tamaño grupal más común osciló entre uno y cinco individuos, y las asociaciones de más de 11 delfines fueron menos frecuentes en la región (Fig. 21). El tamaño promedio de grupo varió entre años (Fig. 22); sin embargo, no hubo diferencias significativas en el tamaño de grupo por cada año de muestreo (F= 1.57, gl= 274, p= 0.18). En términos generales el tamaño promedio de grupo fue de 6,01 (+/- 5,10) individuos. Sin embargo, durante el 2004 se registraron las agregaciones más grandes, mostrando un promedio grupal de 6.50 (+/- 2.45 SD) individuos.

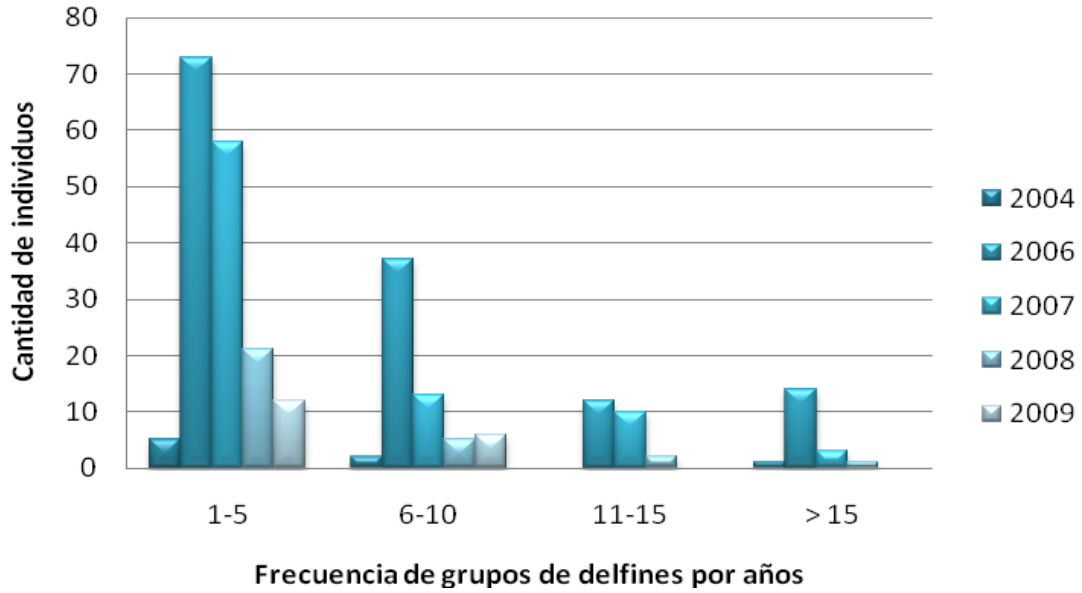


Figura 21. Tamaño grupal de delfines distribuido por rangos a través de los años.

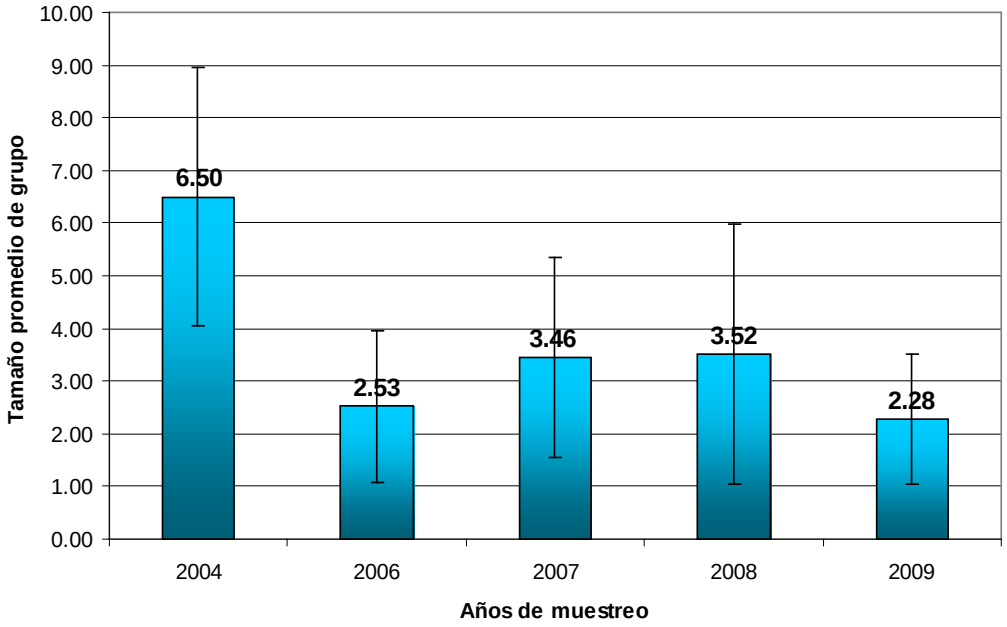


Figura 22. Tamaño promedio de los grupos de delfines a través de los años.

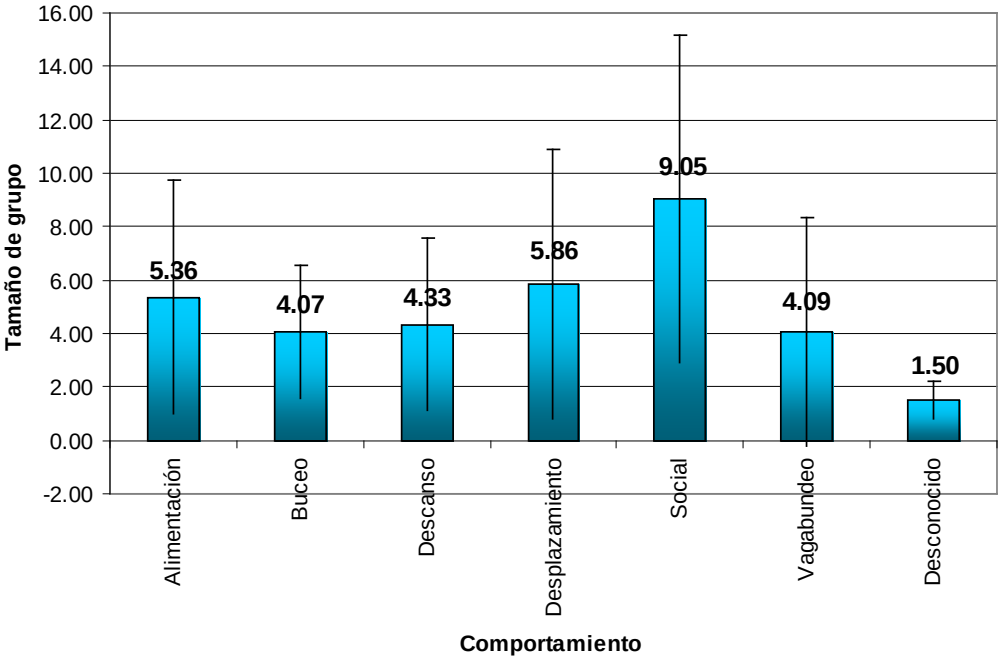


Figura 23. Tamaño promedio de grupo en relación al comportamiento predominante.

El tamaño de grupo fue significativamente variable según la actividad de comportamiento predominante, ya que la prueba de Kruskal-Wallis mostró que

existen diferencias significativas entre estas variables (H= 30.98, p= 0,0000095). Las agregaciones más numerosas corresponden a individuos que presentaban comportamiento social ($\overline{X}$ = 9.05 +/- 6.13 SD). En promedio, grupos de cinco a seis delfines realizan actividades de relacionadas con desplazamiento ($\overline{X}$ = 5.86 +/- 5.03 SD) y alimentación ($\overline{X}$ = 5.36 +/- 4.39 SD), en tanto que agregaciones de cuatro individuos presentan comportamientos de buceo ($\overline{X}$ = 4.07 +/- 2.48 SD), descanso ($\overline{X}$ = 4.33 +/- 3.21 SD) y vagabundeo ($\overline{X}$ = 4.09 +/- 4.28 SD) (Fig. 23).

7.4. DISTRIBUCIÓN

7.4.1. Recorridos en bote

Los delfines nariz de botella de Bocas del Toro parecen distribuirse de forma amplia dentro del área de estudio. El análisis de Kernel sugiere un área central de avistamientos en la Bocas Torito (color azul) (Fig. 24). Sin embargo, es importante notar que hubo un sesgo de muestreo hacia sectores donde se da una mayor interacción entre botes y delfines. Las zonas adyacentes de color rojo, aguamarina y morado evidencian presencia de delfines en un 95, 90 y 50% respectivamente. De esta manera se observa que los delfines se distribuyen a los largo de todo el Archipiélago, en áreas someras y entre islas.

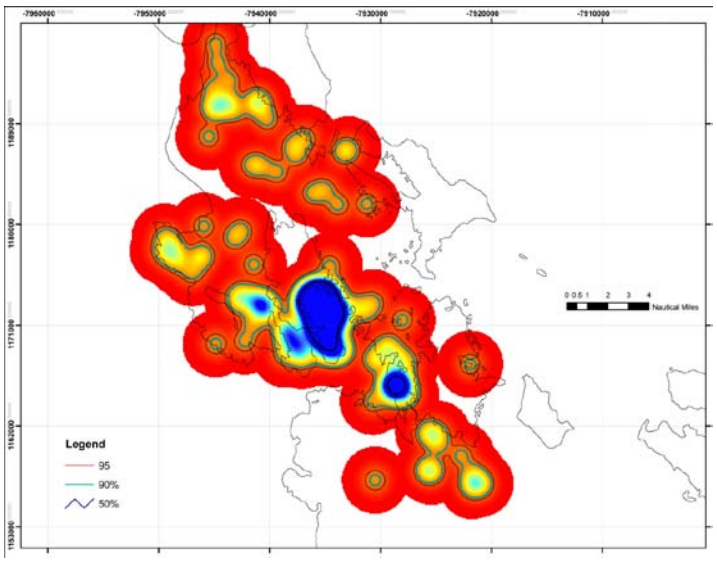


Figura 24. Análisis de Kernel que muestra la distribución del delfín nariz de botella sobre el Archipiélago de Bocas del Toro.

7.4.2. Sobrevuelos

Durante los vuelos se registraron cinco avistamientos (Fig. 25), que corresponden a cinco grupos compuestos entre dos y cuatro delfines. Se registraron dos individuos (madre y juvenil) en bahía Almirante entre las islas Solarte y Bastimento (Fig. 26*a*) en clara posición de desplazamiento, y se observaron grupos de cuatro individuos en la parte oceánica frente a Isla Popa e Isla Colón (Fig. 26*b*). Se obtuvieron dos registros en la Laguna de Chiriquí.

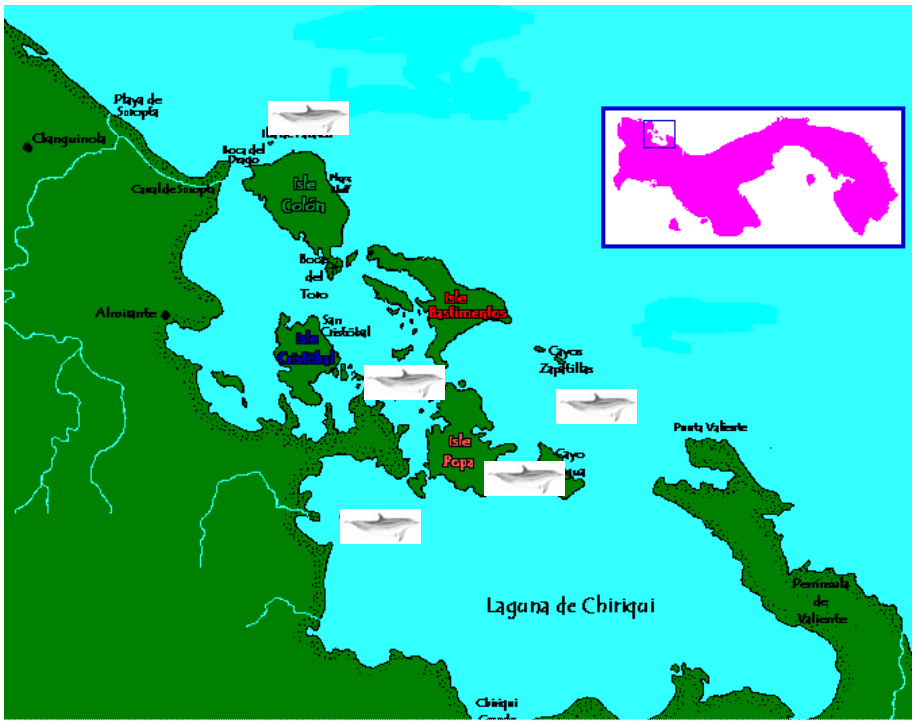


Figura 25. Avistamientos aéreos de delfín nariz de botella sobre la región de Bocas del Toro.

Figura 26. Fotografías aéreas de delfín nariz de botella sobre la región de Bocas del Toro (Fotografías: David Palacios).

7.5 USO DEL HÁBITAT

Hubo diferencias significativas en el uso del hábitat (X^2= 117.77, gl= 5, p<0.05, Fig. 27). Las actividades más comunes fueron desplazamiento (35.53%), alimentación (23.81%) y socialización (20.88%). Los comportamientos de descanso, vagabundeo y buceo fueron muy poco frecuentes (1, 8 y 10% respectivamente).

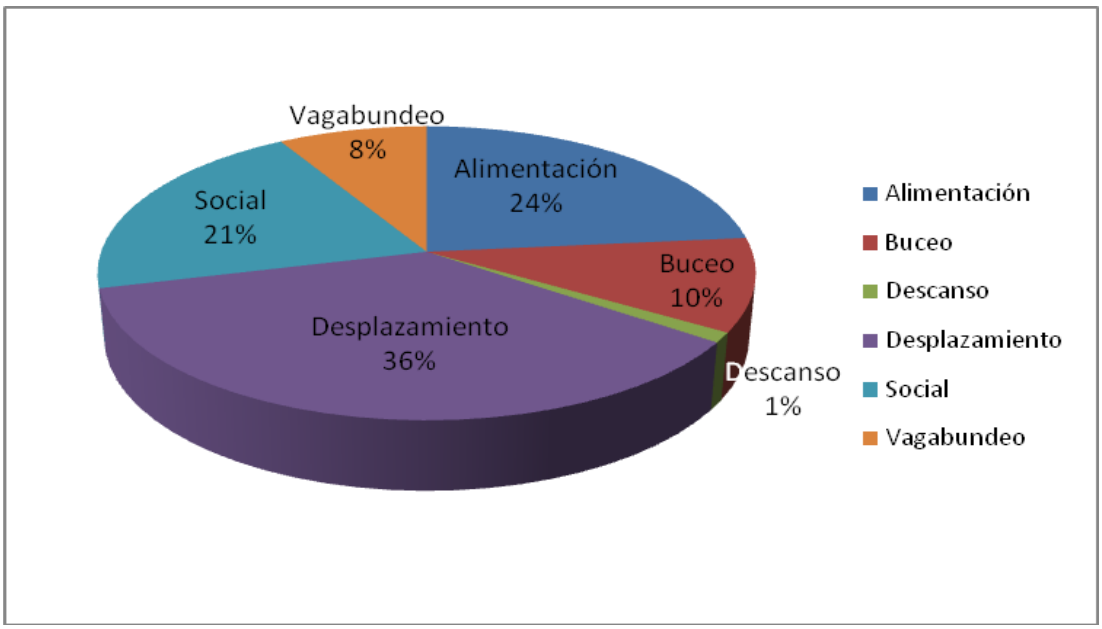


Figura 27. Proporción de actividades realizadas por el delfín nariz de botella en la región de Bocas del Toro.

El análisis de Kernel sobre el uso espacial del hábitat muestra a la bahía Bocatorito nuevamente como una región importante donde los animales se alimentan y socializan (Fig. 28-30). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que este resultado se da como respuesta al sesgo de documentar esta parte del Archipiélago por las altas interacciones entre delfines y botes de observación de cetáceos. No obstante, y pese a este sesgo, se denotan otros sectores fuera de Bocatorito como áreas importantes para alimentación y desplazamiento, tales como Cerro Brujo, Drago, y la bahía de Almirante (Fig. 28-30).

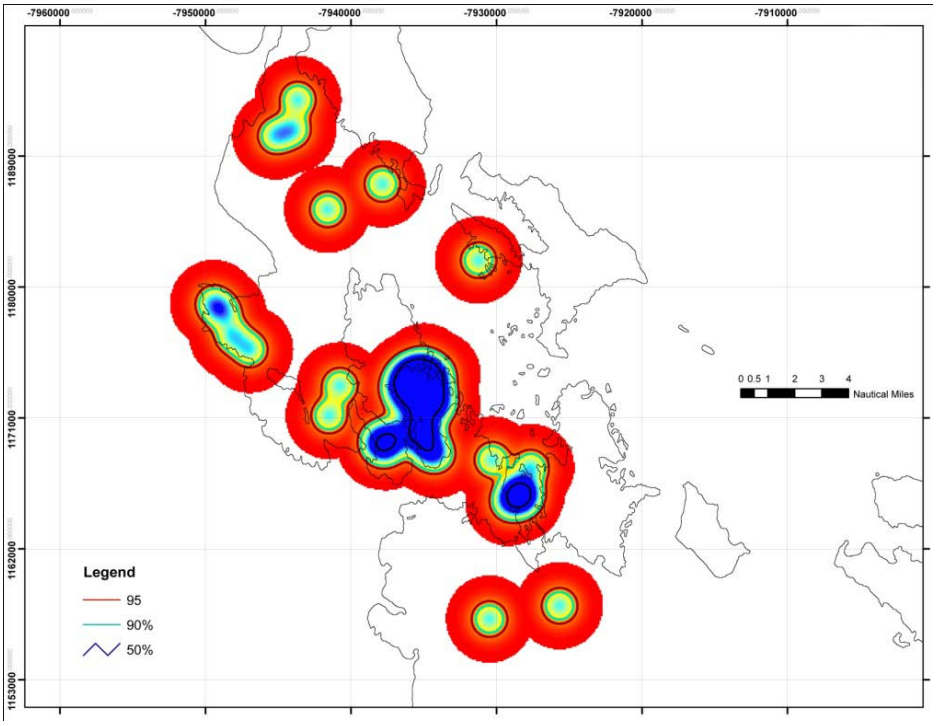


Figura 28. Análisis de Kernel que muestra la distribución del delfín nariz de botella respecto a actividades de alimentación sobre el Archipiélago de Bocas del Toro.

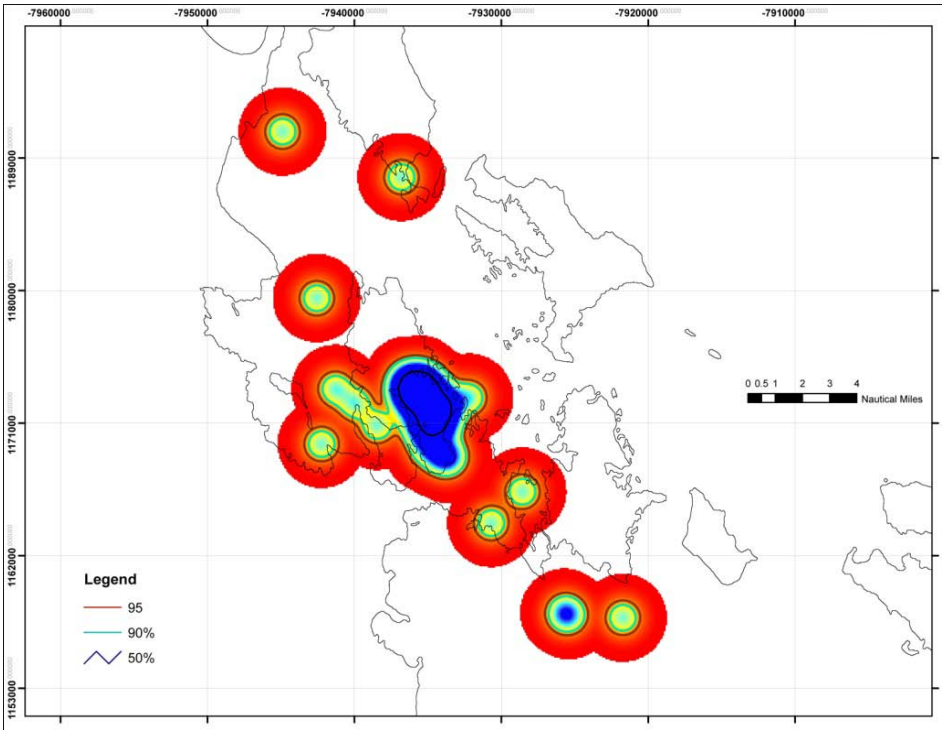


Figura 29. Análisis de Kernel que muestra la distribución del delfín nariz de botella respecto a actividades sociales sobre el Archipiélago de Bocas del Toro.

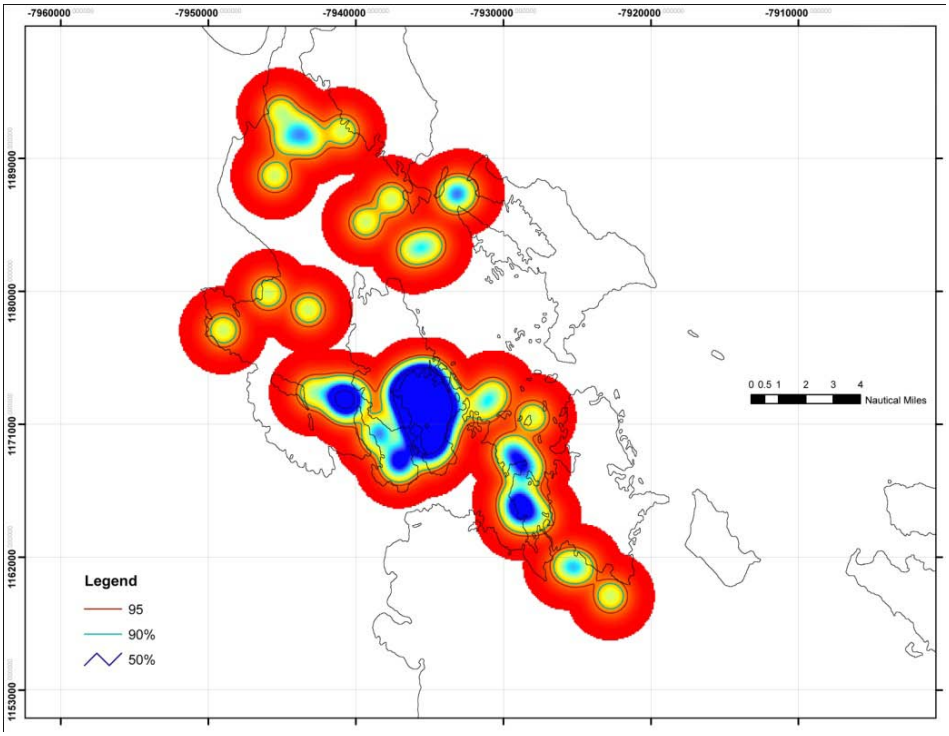


Figura 30. Análisis de Kernel que muestra la distribución del delfín nariz de botella respecto a actividades de desplazamiento sobre el Archipiélago de Bocas del Toro.

7.4 EFECTO DE BOTES

7.4.1. Uso del hábitat

La presencia de embarcaciones motorizadas afectó significativamente el uso del hábitat, particularmente el de los tres comportamientos predominantes que incluyen alimentación, socialización, y desplazamiento (X^2= 6.13, gl= 2, $p<0.05$). De forma general, hubo mayor desplazamiento y comportamientos sociales durante la presencia de embarcaciones que ante la presencia del sólo bote de investigación (Fig. 31).

No hubo diferencias en la ocurrencia de comportamiento por tipo de botes (X^2= 5.59, gl = 4, $p>0.05$) (Fig. 32). Sin embargo, hay una tendencia a encontrar más grupos alimentándose, desplazándose, y socializando en presencia de botes de transporte local que de cualquier otro tipo (Fig. 32).

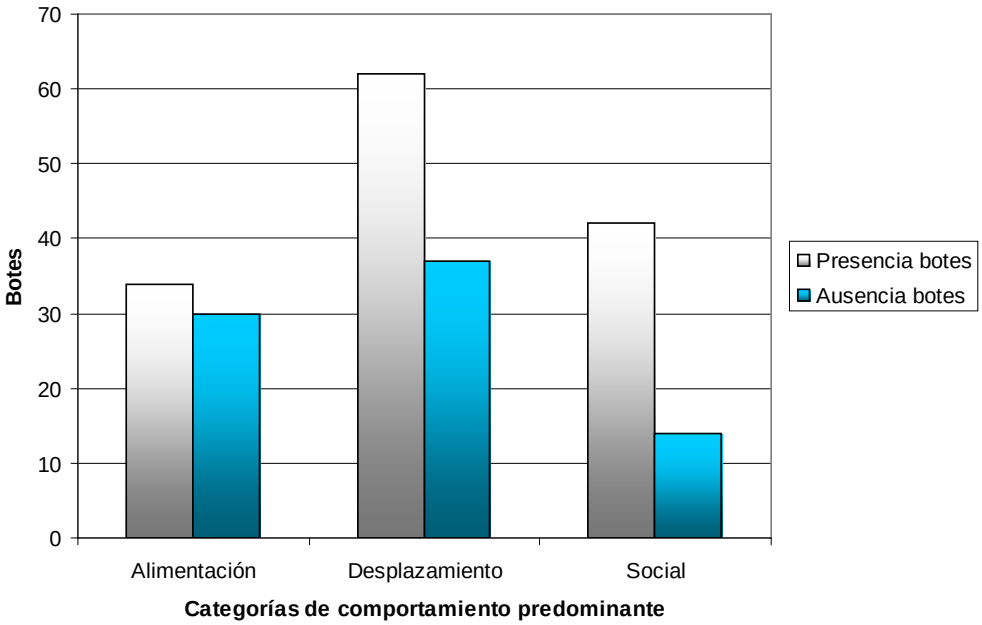


Figura 31. Histograma de comportamiento predominante de los grupos de delfines en relación a las variables presencia/ausencia de botes.

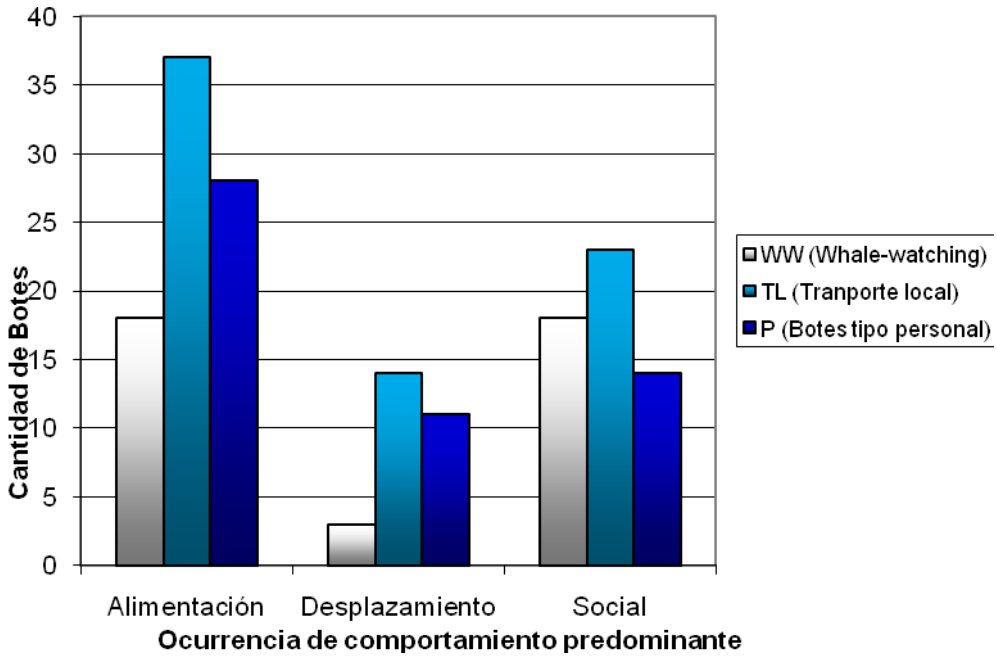


Figura 32. Histograma de comportamiento predominante de los grupos de delfines en relación a las categorías de botes (WW: Whale/dolphin-watching, TL: Transporte local, P: Botes tipo personal)**.**

7.4.2. Traslape espacial

Del total de 275 avistamientos, en 159 de éstos (57.82%) se registraron presencia de botes principalmente de naturaleza turística. Durante estos encuentros se contabilizaron un total de 557 embarcaciones. El número máximo de botes interactuando con delfines ha incrementado significativamente por año ($n^{Máx2004}$= 4, $n^{Máx2006}$= 11, $n^{Máx2007}$= 9, $n^{Máx008}$= 13, $n^{Máx2009}$= 23) (X^2= 16.33, gl= 4, p<0.05), de modo que para 2009 el número máximo de botes durante un avistamiento fue de 23 embarcaciones.

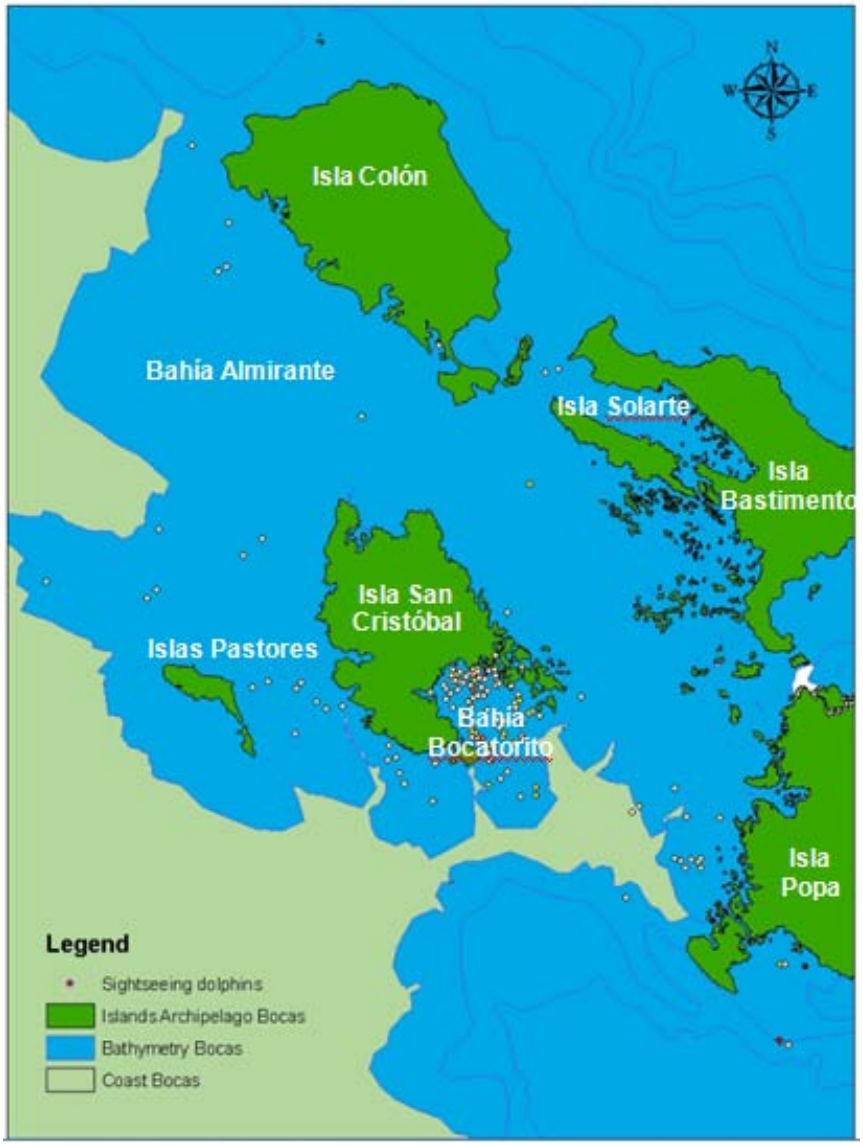


Figura 33. Distribución de botes sobre el Archipiélago de Bocas del Toro (Base cartográfica cortesía TNC – The Nature Conservancy).

La figura 34 muestra la distribución espacial de los botes contabilizados interactuando con delfines. En bahía Bocatorito, donde se concentró el estudio, la gran mayoría de los botes eran embarcaciones turísticas de dolphin-watching (WW). Los puntos sobre bahía Almirante corresponden principalmente a botes de transporte local (TL), y algunos puntos muestran botes de tipo personal (P) (catamaranes y yates) y embarcaciones categorizadas como "otros" que incluyen canoas que se desplazan sin motor.

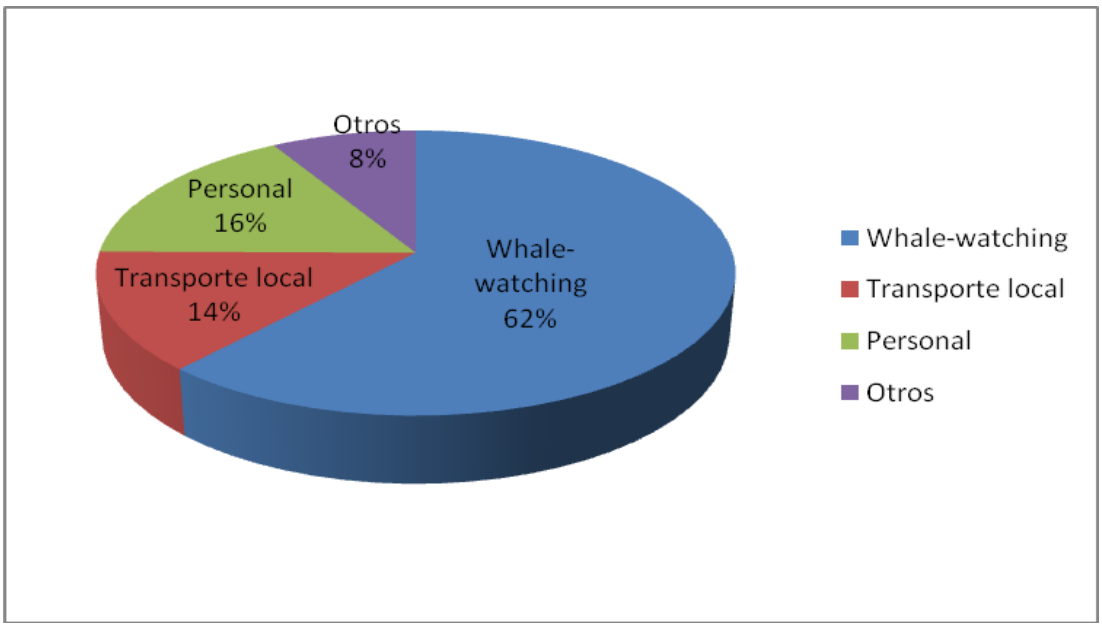


Figura 34. Proporción de tipos de botes registrados durante los avistamientos con delfines nariz de botella en Bocas del Toro.

En el 62% de los encuentros con delfines en Bocas Torito, hubo presencia de botes para la observación de comercial de delfines. Avistamientos de delfines interactuando con otros tipos de embarcaciones como tipo personal, de transporte local o categorizados como "otros" (generalmente no motorizados) se presentaron en menor medida (16, 14 y 8% respectivamente) (Fig. 34).

7.4.3. Ocurrencia grupal e individual

La tasa de avistamientos fue más alta en presencia de botes que durante las observaciones del bote de investigación ("ausencia de embarcaciones") (Fig. 35). De esta manera, y considerando el efecto del año, se encontró que no hay diferencias significativas en la tasa de avistamientos de grupos entre la presencia y ausencia de embarcaciones (X^2 = 0.029, gl = 1, p>0.05, Fig. 36). Pese a ésto, se hizo evidente en campo una tendencia a observar más grupos en ausencia de botes. Por el contrario, sí hubo diferencias significativas en la tasa de individuos ante la presencia o ausencia de botes (X^2= 5.55, gl= 1, p<0.05, Fig. 37). De este modo, los grupos con más individuos fueron observados en presencia exclusiva del bote de investigación.

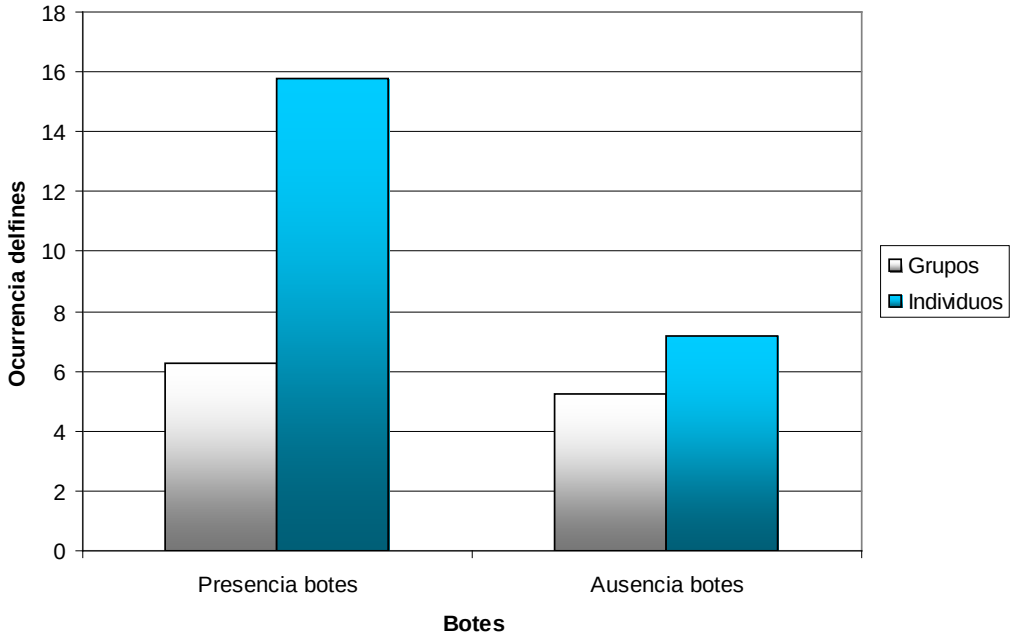


Figura 35. Tasa de ocurrencia de individuos y grupos por día en relación a las variables presencia/ausencia de botes.

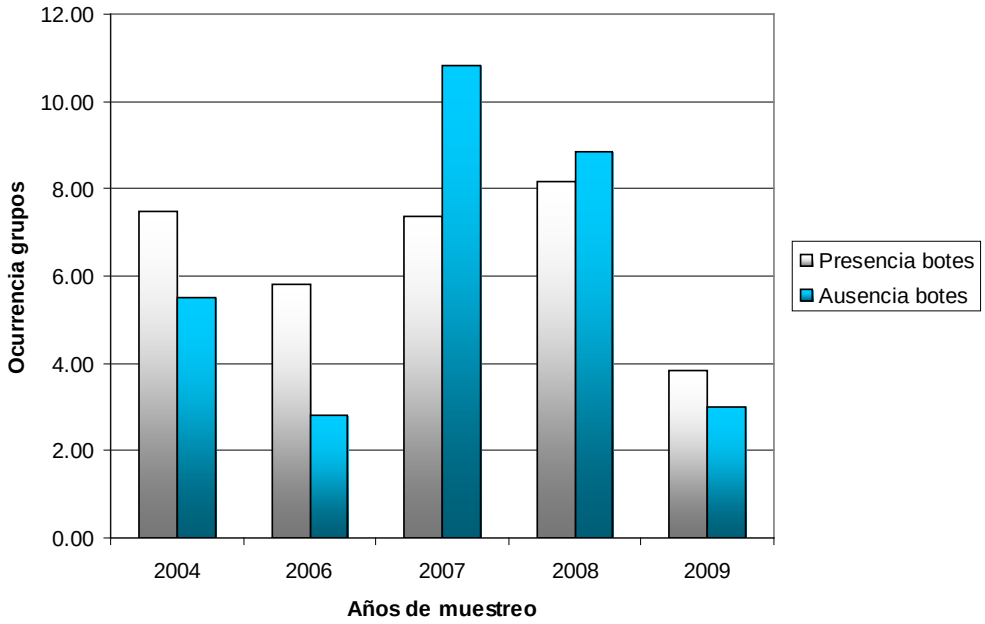


Figura 36. Tasa de ocurrencia de grupos por día para cada año de muestreo, en relación a las variables presencia/ausencia de botes.

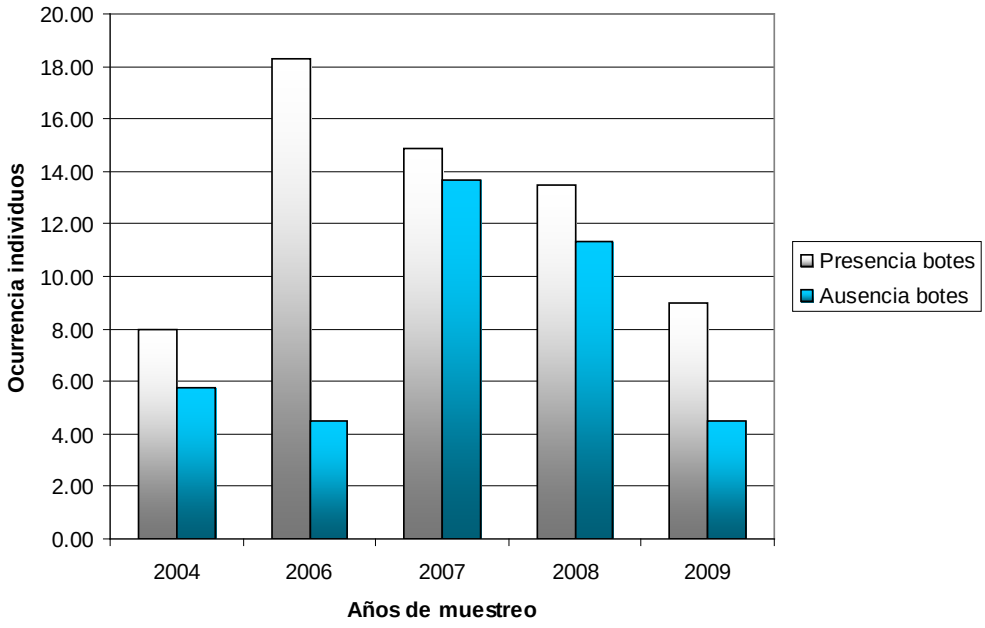


Figura 37. Tasa de ocurrencia de individuos por día para cada año de muestreo, en relación a las variables presencia/ausencia de botes.

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

8.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL AGUA

Las características oceanográficas y geomorfológicas de Bocas del Toro comprenden variables que favorecen la presencia del delfín nariz de botella en el Archipiélago. Los ecosistemas marino-costeros de la región, altamente productivos, permiten la producción de biomasa que origina una red trófica compleja, manteniendo especies potenciales como alimento para los delfines. De hecho, estudios previos de biodiversidad marina sugieren que existe un alta productividad en la región, ya que la composición de especies es similar a otras áreas del Caribe, pero las abundancias de varios grupos es superior (Collin, 2005).

Las condiciones estables a nivel de corrientes marinas también favorecen la presencia de los delfines en la región. Las corrientes marinas de Bocas del Toro son de circulación lenta debido principalmente al aporte fluvial de los ríos en la bahía de Almirante y Laguna de Chiriquí. No obstante, el Giro Colombia-Panamá también puede influir en las corrientes de Bocas del Toro. Como se puede apreciar en la figura 38, la Corriente del Caribe transporta una considerable cantidad de agua desde el Oceáno Atlántico Ecuatorial y la desplaza hacia el Noroeste por el Mar Caribe hasta el Golfo de México. Ya en el Suroeste del Mar Caribe, frente al Golfo del Darién entre Panamá y Colombia (Andrade *et al.,* 2003), ocurre una circulación en sentido contrario a las manecillas del reloj, conocido como el Giro ciclónico Colombia-Panamá (Arden y Price y Universidad de Miami, 2008) (Fig. 38). Esta contracorriente disminuye en intensidad hacia el Este (Bernal *et al.*, 2006), proporcionando así una circulación lenta sobre las costas del Caribe panameño. Este tipo de corriente lenta proporciona un hábitat tranquilo al los delfines de Bocas del Toro, razón

por la cual frecuentan y residen en el área para reproducirse y criar a sus descendientes.

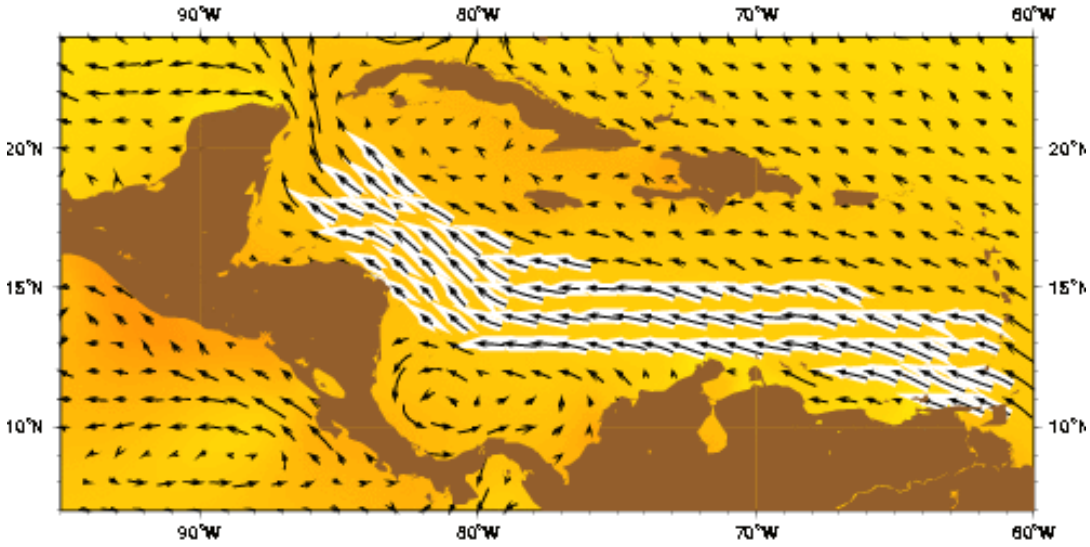


Figura 38. Corriente del Caribe representada por el Análisis de Velocidad Global Mariano (MGSVA) (Tomado de Gyory, J.; Mariano, A. J. y E. H. Ryan, The Caribbean Current http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/caribbean/caribbean.html).

A pesar de la escorrentía continental de ríos como el Auyama, el Róbalo, el Guarumo, el Guariviara y el Cricamola (ANAM, 2001) que aportan nitritos, nitratos y silicatos, y del aporte fluvial durante la estación lluviosa que proporciona fosfatos a las aguas del Archipiélago (D'Croz, 1999), el área de Bocas del Toro se caracteriza por presentar bajos niveles de nutrientes en sus aguas, especialmente en bahía Almirante (D'Croz, 1999; D'Croz *et al.,* 2005). Esta tendencia oligotrófica se asocia principalmente a su ubicación geográfica. De esta manera, por ser una bahía abierta expuesta a corrientes oceánicas, los nutrientes tienden a salir del área constantemente (Pastorok y Bilyard, 1985). En adición, según D'Croz *et al.* (2005), en áreas costeras del Caribe no es usual que se registren altas concentraciones de nutrientes y de clorofila, debido al bajo aporte continental de agua dulce, en contraste al Océano Atlántico, que recibe aguas de ríos como el Orinoco.

La carencia de nutrientes puede promover una alta diversidad bentónica que favorece el desarrollo de complejas redes tróficas y una estabilidad ambiental (Hallock, 1988). De hecho, altas concentraciones de nutrientes inducirían un

rápido crecimiento de macroalgas que competirían con los corales y pastos marinos. En este sentido, el carácter oligotrófico de las aguas del Archipiélago de Bocas del Toro favorece el desarrollo de los ecosistemas marino-costeros que convierten a la región en un área muy productiva. Adicionalmente, la presencia de sedimentos silicoclásticos en combinación al aporte de nutrientes por los ríos de la región, convierten el área en un complejo mosaico de hábitats que permiten el desarrollo de praderas de pastos marinos en zonas poco profundas y próximas a los corales, bosques de manglar y desembocaduras de ríos (Guzmán *et al.*, 2005; Coates *et al.,* 2005; Coates y Jackson, 1998; Collins *et al.*, 1996).

8.1.1. Concentración oxígeno disuelto

La alta productividad de los ecosistemas de Bocas del Toro se refleja en la concentración de oxígeno disuelto. El aumento de los niveles de oxígeno se asocia en esta región al aporte fluvial de aguas lluvias y a los ecosistemas altamente productivos que existen en el Archipiélago. De esta forma, a pesar que la productividad del Mar Caribe en Panamá es relativamente baja, en el área de Bocas el promedio de oxígeno disuelto registra valores de saturación normales (Arden & Price y Universidad de Miami, 2008). Se debe tener en cuenta que la concentración de oxígeno disuelto está relacionada inversamente con la temperatura del agua, presentando valores más bajos cuando hay altas temperaturas. De esta manera, durante la estación seca se registran los valores más bajos de concentración de oxígeno.

Las aguas oxigenadas favorecen la presencia del delfín nariz de botella en Bocas del Toro. Estudios en el Mar Adriático, donde las aguas están bastante influenciadas por las estaciones, la presencia del delfín nariz de botella está directamente correlacionada a los picos de saturación de oxígeno en el verano, por lo cual la abundancia de la especie se ve favorecida durante las temperaturas cálidas (Bearzi *et al.*, 2008*b*). Altas concentraciones de oxígeno disuelto están relacionadas a una alta actividad fotosintética, y por ende la

actividad primaria beneficia significativamente a especies potenciales como recurso alimenticio, y por tanto, la presencia de delfines se ve favorecida en áreas que muestren condiciones oxigénicas favorables (Bearzi *et al.*, 2008*b*).

8.1.2. Temperatura superficial del agua

Las temperaturas superficiales cálidas de las aguas de Bocas del Toro favorecen la presencia del delfín nariz de botella en esta región. Los delfines que habitan aguas del Mar Adriático prefieren distribuirse en aguas profundas durante el otoño, época en la cual las aguas oceánicas ofrecen temperaturas más altas (Bearzi *et al.*, 2008*b*). La tendencia de mantener temperaturas cálidas en las aguas superficiales de Bocas se debe básicamente a las altas montañas que separan las Provincias de Bocas y Chiriquí. Éstas actúan como barreras naturales sobre los fuertes vientos alisios que pasan al Golfo de Chiriquí, razón por la cual las aguas cálidas del Archipiélago de la superficie se conservan. De hecho, los vientos alisios que soplan del noreste acumulan aguas calientes por las costas del Mar Caribe. En adición, en la zona no ocurre surgencia, y la carencia de afloramientos de aguas profundas, ricas en nutrientes y de bajas temperaturas mantiene calientes las aguas del Archipiélago (D'Croz *et al.*, 2005; Arden & Price y Universidad de Miami, 2008).

8.1.3. Salinidad del agua

Las altas temperaturas favorecen la evaporación del agua, lo cual conlleva a un aumento de salinidad en la región durante la temporada seca. Según la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM, 2001), la alta precipitación y los pocos días sin lluvias en Bocas del Toro, hacen del clima del Archipiélago uno de los más húmedos de Panamá. Por consiguiente, debido a la alta precipitación durante la temporada de lluvias y a las altas temperaturas en la época seca, la tendencia de salinidad en Bocas es variable respecto a la estación predominante, mostrando picos de salinidad durante la estación veraniega, y bajos registros durante la época invernal, revelando una tendencia

de agua salobre en estos meses del año. No obstante, los registros de salinidad en bahía Almirante que muestran un patrón isohalino durante algunos años, sugieren que el ambiente está altamente influenciado por aguas oceánicas (D'Croz *et al.,* 2005), las cuales por medio del flujo de agua mantienen la salinidad dentro de un rango estable, a pesar del alto aporte fluvial de aguas lluvias que recibe el área.

Un rango de salinidad entre 25 y 35 ppm favorece a los delfines nariz de botella, manteniéndolos en un rango óptimo y saludable para su desarrollo (Rowe *et al.*, 2010). Diversos estudios sugieren que áreas con aguas relativamente salobres o con salinidades bajas afectan la salud de los delfines, causándoles lesiones epidérmicas de manera crítica que hasta en algunos casos provoca la muerte de infantes y delfines jóvenes (Rowe *et al.*, 2010; Gulland *et al.,* 2008). Por ejemplo, en el área de Indian River Lagoon en Florida, caracterizada por presentar un alto aporte fluvial en sus aguas, muestra un alto índice de enfermedades en la epidermis de delfines nariz de botella que residen en sus aguas (Reif *et al*., 2006; Murdoch *et al*., 2008), y en Doubtful Sound (Nueva Zelanda), la población confinada a ambientes de baja salinidad y a altas concentraciones de patógenos (asociados a actividades antropogénicas) se ha visto afectada por enfermedades epidérmicas que en algunos casos extremos ha provocado la muerte en las crías (Currey *et al*., 2008). En este caso, el deterioro ambiental del hábitat debido a actividades antropogénicas, junto a las condiciones ambientales de baja salinidad está diezmando la población de delfines en esta área de Nueva Zelanda (Rowe *et al.*, 2010).

Rowe *et al.* (2010) y Wilson *et al*. (1999) sugieren que las bajas salinidades interfieren con los mecanismos de osmorregulación de la epidermis de los cetáceos, y por tanto el estrés causado en estos animales se refleja como lesiones epidérmicas. Registros fotográficos de los individuos de Bocas del Toro no evidencian lesiones epidérmicas en los animales, lo cual sugiere que al menos el rango de salinidad de Bocas del Toro mantiene una tendencia que conserva a los delfines en buenas condiciones de salud. De esta manera, a

pesar del alto aporte fluvial durante la temporada invernal, el rango de salinidad de las aguas de Bocas (27 y 35 ppm) coincide con el rango recomendado para mantener delfines en cautiverio (25 y 35 ppm) (Rowe *et al.*, 2010) y por tanto proporciona un ambiente ideal y benéfico para los delfines nariz de botella, especialmente para mantener a sus crías saludables.

Las condiciones ambientales relativamente estables durante las estaciones seca y lluviosa en las regiones tropicales, permiten el desarrollo y la permanencia de las poblaciones de delfín nariz de botella en estas áreas (Reilly, 1990). De esta manera, durante la temporada 2005-2009, la concentración de oxígeno disuelto en Bocas del Toro se mantiene dentro de un rango óptimo que oxigenan de manera significativa las aguas del Archipiélago, demostrando la alta productividad de los ecosistemas marinos que conservan una gran diversidad y abundancia de especies marinas. La salinidad, aunque presenta variabilidad durante todos los meses del año según la estación predominante, parece no afectar la productividad de los ecosistemas, y se conserva dentro de un rango ideal que según estudios (e.g. Rowe *et al.*, 2010) podría mantener a los delfines saludables (Rowe *et al.*, 2010). La temperatura superficial del agua mantiene cálidas las aguas dentro del rango normal beneficioso para el mantenimiento de los ecosistemas marinos, y por ende de la gran diversidad de organismos marinos (D'Croz *et al.,* 2005; Collin, 2005). De esta manera, las temperaturas cálidas y estables favorecen la presencia de los delfines, ya que permiten el desarrollo adecuado de sus crías (Bearzi, 2008*b*), convirtiéndose en un hábitat apropiado para su residencia dentro de Bocas del Toro. Adicionalmente, las condiciones ambientales que favorecen la diversidad de organismos marinos en la región, provee a los delfines de un recurso alimenticio importante lo cual asegura su permanencia dentro del Archipiélago.

8.2. OCURRENCIA

La población de delfín nariz de botella presente en el Archipiélago de Bocas del Toro muestra una alta fidelidad al sitio (May-Collado *et al.*, 2007). La mayoría de los individuos han sido foto-identificados repetidamente desde 2004 y en cualquier época del año, lo cual indica la residencia del delfín nariz de botella en el Archipiélago. Por este motivo, la frecuencia de observación de delfines por día en esta área es bastante alta, y no parece variar entre la estación seca y lluviosa. Sin embargo, los estudios de foto-identificación demuestran que la población consiste en menos de 300 individuos entre residentes y transeúntes (May-Collado, 2010 *comm. pers.*), evidenciando que la población de delfines residente en Bocas del Toro es pequeña.

Las aguas costeras incluyen línea de ribera y bahías dentro de una isóbata que no supera los 20 m (Waring *et al*., 2007). Los delfines que habitan en Bocas se distribuyen en áreas someras, y por tanto están definidos bajo el concepto del ecotipo costero. El delfín nariz de botella costero tiende a mostrar fidelidad al sitio en tanto éste ofrezca condiciones óptimas para reproducirse, mantener a sus crías, protegerse de posibles predadores y recurso alimenticio disponible (Connor y Smolker, 1985; Scott *et al*., 1990; Hammond y Thompson, 1991; Caldwell *et al*., 2001; Gubbins, 2002; Zolman, 2002). De esta manera, poblaciones costeras de delfín nariz de botella que habitan en las costas de Doubftul Sound en Nueva Zelanda (Williams *et al.,* 1993) y al oeste de Florida en las bahías Sarasota (Fazioli *et al.*, 2006) y St. Joseph (Balmer *et al*., 2008) muestran también fidelidad al sitio, como respuesta a condiciones ambientales y alimenticias que favorecen su residencia. Por tanto, y como se dijo previamente, las características ambientales y oceanográficas de Bocas del Toro son favorables para el desarrollo de delfines nariz de botella, y por tanto la especie es residente al área.

8.3. TAMAÑO DE GRUPO

El tamaño de grupo reportado para delfines nariz de botella costeros abarcan un rango de dos hasta 100 individuos, siendo los grupos más pequeños los predominantes (Connor *et al.*, 2000). El tamaño grupal promedio del delfín nariz de botella en la región de Bocas del Toro es de seis individuos, aunque el rango oscila entre uno y once delfines. Aunque la definición de "grupo" puede variar según la metodología de muestreo, la cual no representa datos directos para comparar (Lott, 2004; Bearzi *et al.*, 2008*c*), es notable que el rango y tamaño promedio de grupo es similar a otras agregaciones de delfín nariz de botella en diversas regiones costeras e insulares del mundo (ver tabla 1).

El número de individuos de delfín nariz de botella que conforman agregaciones varía de acuerdo a la región biogeográfica, disponibilidad de recurso alimenticio y actividad predominante (Bearzi *et al.*, 2008*b*). De esta manera, el tamaño grupal puede estar influenciado por la batimetría, siendo los grupos costeros de menor tamaño en contraste a los delfines que habitan aguas profundas, los cuales conforman agrupaciones de hasta cientos de individuos (Wells *et al.*, 1999). Adicionalmente, la topografía puede afectar también el tamaño grupal. De este modo, en sistemas semicerrados como bahías y lagunas el tamaño grupal es inferior a seis individuos (Scott *et al*., 1990*b*; Weller, 1998; Morteo *et al.,* 2004), en contraposición a sistemas abiertos, en los cuales las características oceánicas permiten el desarrollo de asociaciones de más de 15 individuos (Würsig, 1978; Ross *et al*., 1989; Morteo *et al.*, 2004). Por consiguiente, teniendo en cuenta la amplia distribución de presas en regiones oceánicas, las grandes asociaciones de más de 100 individuos se deben a la búsqueda de alimento usando de manera conjunta su sistema de ecolocalización (Richardson *et al*., 1995; Morteo *et al.,* 2004).

Tabla 1. Tamaño promedio de grupo de *Tursiops truncatus* en diferentes locaciones alrededor del mundo (Tomado y modificado de Connor *et al.*, 2000; Lott, 2004 y Bearzi *et al.*, 2008*c*)

País	Locación	Tamaño $\overline{X}$ de grupo	Ambiente	Fuente
Argentina	Golfo San José	14.9	Costero	Würsig, 1978
Australia	Bahía de Shark	4.8	Bahía somera	Smolker *et al.*, 1992
	Bahía de Moreton	10.4		Corkeron, 1990
Bahamas	Isla Grand Bahama	3 - 11	Bahía somera	Rogers *et al.*, 2004
Belice	Cayos Drowned	2.9	Oceánico	Kerr *et al.,* 2005
	Atolón Turneffe	3.8		Campbell *et al.*, 2002
Costa Rica	Golfo Dulce (Pacífico)	2 - 7	Fiordo Costero	Cubero-Pardo, 2007
Croacia	Islas Cres y Losinj	7.4	Costero	Bearzi *et al.*, 1997
	Noreste Mar Adriático	6.8		
Ecuador	Bahía de Guayaquil	25.4	Costero	Félix, 1997
Escocia	Moray Firth	6.3	Costero	Wilson *et al.*, 1993
España	Islas Baleares	6.4	Oceánico	Forcada *et al.*, 2004
Estados Unidos	Islas Sanibel, FL	2.4 – 7.4	Bahía abierta	Shane, 1990
	Bahía de Sarasota, FL	7.0	Bahía somera	Wells *et al.*, 1987
	Paso de Aransas, TX	3.8 – 6.9	Canal dragado	Shane, 1990
	Bahía de Galveston, TX	4.4	Bahía somera	Brager *et al.*, 1994
Gales	Bahía de Cardigan	5.85	Bahía somera	Lott, 2004
Grecia	Este del Mar Jónico	6.8	Costero	Bearzi *et al.*, 2005
Irlanda	Estuario de Shannon	5.0 - 6.6	Estuario	Ingram, 2000, 2002
Italia	Isla Asinara	4.9	Costero	Lauriano *et al.*, 2003
	Villasimius (Mar Tirreno)	2.7		Arcangeli *et al.*, 1997
	Isla Maddalena	1.7		Arcangeli *et al.*, 1997
	Isla Tavolara	2.3		Arcangeli *et al.*, 1997
	Golfo de Aranci	2.6		Bearzi *et al.*, 1997
	Norte Mar Adriático	4.9		Bearzi *et al.*, 2008*b*
México	Bahía Kino (Pacífico)	15.0	Bahía somera	Ballance, 1990
Nueva Zelanda	Doubftul Sound	17.2	Fiordo	Lusseau, 2003
Portugal	Estuario de Sado	13.7	Estuario	Dos Santos & Lacerda, 1987
Venezuela	Archipiélago Los Frailes	$\overline{X}$ = 7-8	Costero	Oviedo & Silva, 2005

Diversos estudios sugieren que el tamaño de grupo varía con la actividad predominante (eg., Oviedo y Silva, 2005); Rogers *et al.,* 2004; Kerr *et al.,* 2005) y Morteo *et al.,* 2004). La estructura social del delfín nariz de botella está configurada de manera tal, que el tamaño de grupo varía según el comportamiento. De hecho, el sistema social de fusión-fisión ejerce un control sobre el tamaño grupal, siendo las agregaciones de subgrupos las que conforman las asociaciones con mayor cantidad de individuos. De este modo, las agrupaciones de delfines relacionadas a comportamientos sociales tienden a ser más grandes que aquellos grupos en los cuales los animales realizan actividades como alimentación, vagabundeo, descanso y buceo (May-Collado *et al.,* 2007).

Las relaciones madre-cría, así como actividades de apareamiento y cortejo se asocian generalmente a conductas sociales (Bearzi *et al.*, 1997; Félix, 1997). El comportamiento social de la especie permite el desarrollo de grandes agrupaciones, consistentes principalmente en un conjunto de hembras con sus crías y juveniles. En Bocas del Toro, el mayor tamaño promedio de grupo se asocia a comportamientos sociales. La tendencia de mantener grandes grupos con crías y juveniles puede ser ventajosa a nivel social, ya que ofrece una opción de aprendizaje o entrenamiento y permite la protección de las crías (Morteo *et al.*, 2004). No obstante, las grandes asociaciones muestran desventajas a nivel de competencia intraespecífica por el alimento disponible (Gibson y Mann, 2008). De hecho, para el caso de Bocas del Toro, las grandes asociaciones no son constantes en la región.

De esta manera, la estructura social del delfín nariz de botella en Bocas del Toro conforma las agrupaciones más grandes por individuos en actividades sociales (adultos con crías o eventos reproductivos) y en algunas ocasiones en actividades de desplazamiento y alimentación (May-Collado *et al.*, 2007). Sin embargo, el rango grupal frecuente oscila entre uno y diez individuos, aunque alrededor del 67% de los grupos de delfines que se distribuyen por el Archipiélago consisten en pequeñas agregaciones de no más de seis

individuos, y es frecuente observar pequeñas asociaciones de adultos y crías. Campbell *et al.*, (2002) y Kerr *et al.* (2005) registran agrupaciones similares entre dos y cuatro individuos en el Atolón de Turneffe y los Cayos Drowned en Belice. En áreas costeras del Mar Mediterráneo como en el Golfo de Aranci y las Islas Asinara, Maddalena y Tavolara y al norte del Mar Adriático en Italia (Lauriano *et al.,* 2003; Arcangeli *et al.,* 1997 y Bearzi *et al.,* 1997; Bearzi *et al.*, 2008*b*) pequeñas agregaciones entre dos y cinco individuos son constantes en la región, como respuesta a las presiones antrópicas y a los cambios estacionales que afectan y varían las condiciones fisicoquímicas del agua en el Mar Adriático (Bearzi *et al.*, 2008*b*).

En las regiones costeras las agregaciones de delfines son principalmente pequeñas como respuesta a la distribución de recursos. La región de Bocas del Toro contiene áreas someras y sustratos arenosos que favorecen el desarrollo de praderas marinas, las cuales albergan gran cantidad de organismos potenciales como recurso alimenticio para los delfines (Guzmán *et al.*, 2005). Campbell *et al.* (2002) sugieren que las pequeñas agregaciones de delfines son frecuentes en ecosistemas de este tipo, en los cuales la distribución de recursos es uniforme, y por tanto el tipo de hábitat provee una presión selectiva para la formación de pequeños grupos que reducen la competencia intraespecífica cuando hay escasez de presas (Connor, 2000).

Adicionalmente, presas potenciales para el delfín nariz de botella en regiones costeras no presentan una tendencia de agregarse en grandes bancos. Por ejemplo, en bahía Sarasota (Florida) especies como el sargo (*Logodon rhomboides*), el corocoro burro (*Orthopristis chrysoptera*) y el tímbalo cebra (*Leiostomus xanthurus*) no se asocian en grandes cardúmenes a diferencia de los mugílidos que tienden a formar pequeñas escuelas (Barros y Wells, 1998), y por tanto, los delfines que habitan áreas costeras en Isla Sanibel (Shane, 1990), en el delta del Mississippi (Mullin 1988) y en Clearwater Harbor en Florida (Allen *et al.*, 2001) tienden a alimentarse de manera solitaria, en tanto que en otras áreas de Florida (Waples, 1995) y en Texas (Shane 1990*b*) conforman pequeños grupos de hasta cuatro individuos (Allen *et al.*, 2001). De

hecho, Waples y Gales (1998) observan que los delfines nariz de botella que habitan al oeste de Australia se alimentan principalmente de manera individual (Allen *et al*., 2001), y Cubero-Pardo (2007) documenta pequeñas agregaciones de hasta cinco individuos alimentándose en áreas costeras de Golfo Dulce en el Pacífico costarricense. Por el contrario, en océano abierto los recursos están distribuidos de forma variable y heterogénea, lo cual fuerza a los delfines a conformar grandes asociaciones en búsqueda de alimento, con el fin de reducir el gasto energético por individuo para realizar actividades de alimentación (Campbell *et al.,* 2002; Defran y Weller, 1999; Wells y Scott, 1999).

Además de la disponibilidad del recurso alimenticio, la tendencia de mantener grupos relativamente pequeños en Bocas del Toro se debe también a que no existen riesgos naturales por parte de un predador (Campbell *et al.*, 2002; Rogers *et al.,* 2004; Kerr *et al.*, 2005; Wells y Scott, 1999). El hecho de vivir en agrupaciones numerosas, es una estrategia usada comúnmente por diversas especies con el fin de reducir el riesgo de predación (Inman y Krebs, 1987; Pulliam y Caraco, 1984). El delfín nariz de botella es un individuo social que se asocia en escuelas, las cuales tienden a ser numerosas en actividades de desplazamiento como mecanismo de defensa ante posibles predadores, especialmente cuando hay crías presentes las cuales pueden ser más susceptibles a ataques mortales (Scott y Chivers, 1990; Campbell *et al.*, 2002; Rogers *et al.,* 2004; Kerr *et al.*, 2005).

Elasmobranquios como el tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*), tiburón toro (*Carcharhinus leucas*), tiburón tigre (*Galeocerdo cuvier*), cañabotas o sevengill skark (*Notorhynchus cepedianus*), tiburón vaca o sixgill shark (*Hexanchus griseus*), tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*), tiburón arenero (*Carcharhinus obscurus*), tiburón oceánico (*C. longimanus*), tiburón de Groenlandia (*Somniosus microcephalus*) y el dormilón del Pacífico (*S. pacificus*), son predadores frecuentes y ocasionales del delfín nariz de botella siendo los cinco primeros los más usuales (Heithaus, 2001, 2001*b,* 2001*c,* 2001*d*; Heithaus y Dill, 2002; Cockcroft *et al.,* 1989). Para la región de Bocas se registran tres

especies de Carcharhiniformes: el Pintarroja (*Galeus cadenati*), el Colayo de aletas pequeñas o Pejegato (*Apristurus parvipinnis*) y el Colayo orejón o Gatica afilada (*A. river*) (STRI, 2010), los cuales no infringen riesgo alguno hacia un delfín nariz de botella.

El Atolón de Turneffe en Belice (Campbell *et al.* 2002), la Bahía de Moray Firth en Escocia (Wilson *et al.*, 1997), y el norte del Mar Adriático (Bearzi *et al.*, 1997) son áreas alrededor del mundo en las cuales la ausencia de predadores potenciales favorecen la ocurrencia del delfín nariz de botella. Por el contrario, al este de Australia es frecuente observar marcas de ataques de tiburón en delfines nariz de botella (alrededor de 74.2% en los delfines de esa región) (Heithaus, 2001), y en Natal al sureste de Sudáfrica (alrededor de 10.3% de casos reportados) (Cockcroft *et al.*, 1989), motivo por el cual las agregaciones de delfines son más grandes en estas zonas.

En Bocas del Toro el reporte de marcas de tiburón sobre delfines es poco frecuente. Existen algunos individuos que muestran cicatrices viejas, lo cual puede indicar que la interacción ocurrió en un lapso de tiempo considerable. Debe tenerse en cuenta que este tipo de heridas y cicatrices son tan sólo evidencia de interacciones entre tiburones y delfines, y no necesariamente implican depredación directa (Heithaus, 2001). El hecho de que las marcas de tiburones sobre los delfines son raras en Bocas del Toro, sugiere que el tamaño grupal puede estar influenciado básicamente por la ausencia de predadores como respuesta al pequeño rango de hogar que la especie maneja dentro del Archipiélago. No obstante, se requieren estudios que demuestren la ausencia de predadores potenciales para los delfines, ya que los registros de individuos con cicatrices demuestran que al menos en áreas adyacentes puede haber otras especies de tiburones aún no registradas en la base de STRI para el Archipiélago.

La tendencia de asociarse en pequeños grupos es usual en áreas someras cercanas a la costa (Shane *et al.,* 1986; Jefferson *et al*., 1993), ya que al ser

regiones poco expuestas, provee refugio y protección de posibles predadores los cuales aún no se han registrado en Bocas (Burger y Gochfeld, 1992; Carwardine *et al.*, 1998; Cubero-Pardo, 2007). De manera similar, los delfines nariz de botella que habitan en áreas costeras de bahía Sarasota, tienden a conformar pequeños rangos de hogar en contraste a las poblaciones que viven mar afuera, en regiones oceánicas del Golfo de México (Fazioli *et al.*, 2006).

De esta manera, la ausencia de predadores y la disponibilidad de alimento, el cual se distribuye uniformemente por todo el Archipiélago, influencian de manera significativa la forma en que se distribuyen los delfines nariz de botella en Bocas del Toro. De manera similar, Kerr *et al.* (2005) y Campbell *et al.* (2002) sugieren que las pequeñas asociaciones de delfines en Belice están influenciadas por la disponibilidad de recursos alimenticios. La ausencia de riesgo de predación hace que los delfines conformen pequeños grupos, los cuales constituyen agregaciones de fisión-fusión durante actividades sociales en relación a las madres y sus crías. Sin embargo, es común observar pequeños grupos de uno o varios adultos con crías desplazándose y alimentándose por sectores del Archipiélago de Bocas del Toro. De esta manera y como se dijo previamente, la tendencia de agruparse en pequeños grupos demuestra al pequeño rango de hogar que maneja la especie en el área.

8.4. DISTRIBUCIÓN

8.4.1. Recorridos en bote

La disponibilidad de alimento, la irregularidad de la costa, la topografía del suelo marino, la temperatura del agua y las corrientes marinas son algunos de los factores que determinan la distribución geográfica, espacial y temporal de los delfines nariz de botella (Bearzi *et al.*, 2008*b,* 2008*c*; Ingram y Rogan, 2002; Combatt y Gonzáles, 2007; Rodríguez-Fonseca, 2001). Los delfines

parecen estar asociados frecuentemente a áreas productivas (Oviedo y Silva, 2005), y de hecho, la población de delfín nariz de botella de Bocas del Toro está distribuida principalmente en zonas aledañas o cercanas al bosque de manglar, en relación no sólo a la gran productividad de este medio, sino a que es el ecosistema más representativo del Archipiélago (alrededor de 28 km^2 - ~2885 km - de cobertura) (Arden & Price y Universidad de Miami, 2008; D'Croz, 1993; Collin, 2005). Adicionalmente, los delfines se distribuyen por todo el área de Bocas del Toro en regiones someras que no superan los 23 m de profundidad, asociándose a praderas de pastos marinos y arrecifes de coral que contienen una alta diversidad marina y posibles presas, y de esta manera proporcionan alimento a estos individuos.

La batimetría de las aguas interiores de Bocas del Toro es poco profunda, y presenta aguas que no superan los 25 m de profundidad. Sin embargo, existen algunos bajos de hasta 50 m en bahía Almirante (Collin, 2005). El análisis de Kernel de distribución (Fig. 24) muestra que los delfines se concentran en la bahía Bocatorito y en el área costera adyacente a Isla Popa. Sobre bahía Almirante la distribución es aleatoria, sin mostrar una concentración como en Bocatorito. Es posible que la isóbata somera de Bocatorito (Arden & Price y Universidad de Miami, 2008) favorezca la distribución de los delfines sobre esta área, y beneficie la crianza de progenie. A pesar del sesgo por muestreo, en los análisis de Kernel de actividades sociales, de desplazamiento y alimentación (Fig. 28-30) se nota que estas actividades se concentran en esta bahía, lo cual indica que puede ser usada como zona de alimentación y como guardería para los delfines. No obstante, los delfines también se distribuyen por otros sectores del Archipiélago como Cerro Brujo, Drago, y bahía Almirante, los cuales son importantes para actividades de desplazamiento y alimentación. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que si el esfuerzo de muestreo se concentró en Bocatorito, fue debido a que la Bahía es frecuentada por los delfines, lo que puede sugerir que ésta es una área crítica de distribución para estos cetáceos.

De manera general, es frecuente que los delfines nariz de botella costeros se distribuyan en áreas someras. Morteo *et al.* (2004) han reportando delfines nariz de botella en profundidades inferiores a 7 m, y Cubero-Pardo (2007) observó en el Golfo Dulce (Pacífico costarricense) que esta especie prefiere habitar zonas someras, a pesar que el Golfo ofrece sectores profundos de más de 200 m. Los delfines se asocian a profundidades someras ya que los ambientes bentónicos relacionados a arrecifes les proporciona una gran variedad de presas como peces, cefalópodos y crustáceos (Barros y Odell 1990; Cockroft y Ross, 1990; Ingram y Rogan, 2002).

En Bocas del Toro, las zonas someras insulares y costeras están asociadas principalmente al ecosistema de manglar, representado en la región insular de Bocas por la especie *Rhizophora mangle,* la cual abarca zonas de bosques bajos que proporciona alimento y refugio a diversidad de especies piscícolas e invertebrados marinos (Arden & Price y Universidad de Miami, 2008). De esta manera es común avistar delfines en áreas adyacentes a este ecosistema. Adicionalmente, otros sistemas productivos como praderas de pastos marinos y arrecifes de coral también ofrecen recurso alimenticio a estos cetáceos, y por ubicarse como parches dispersos sobre Bocas del Toro (Arden & Price y Universidad de Miami, 2008), aumentan el rango de distribución de los delfines por todo el Archipiélago. De este modo, también es posible observar delfines nariz de botella en puntos centrales de bahía Almirante, los cuales pueden presentar bajos un poco más profundos, en los cuales el recurso alimenticio proveniente de fondos blandos, abastece a estos cetáceos de una dieta más amplia (Ingram y Rogan, 2002).

El Archipiélago de Bocas del Toro además de ofrecer recurso alimenticio a los delfines, representa un área protegida circundada por diversas islas, lo cual limita el movimiento de estos cetáceos y por ende éstos se distribuyen y mueven en cortas distancias que los mantiene dentro del Archipiélago (Campbell *et al.*, 2002; Morteo *et al.*, 2004). Este caso contrarresta con el Atolón de Turneffe en Belice, el cual, a pesar de presentar condiciones

ambientales y oceanográficas similares a las de Bocas, presenta una baja fidelidad al sitio por parte de delfines nariz de botella. El carácter abierto del Atolón y su batimetría, de características oceánicas profundas (entre 274 y 305 m), no ofrece a los delfines áreas protegidas y estratos someros suficientes para su residencia (Campbell *et al.*, 2002). De esta manera, la batimetría y topografía influencian la presencia de delfines en un área específica, y en Bocas del Toro estas condiciones geomorfológicas favorecen la presencia del delfín nariz de botella en la región, mostrando una alta fidelidad al sitio, y desplazándose entre las islas y bahías.

Almirante es una bahía extensa (en relación a Bocatorito), en la cual los ecosistemas se encuentran más dispersos cercanos a la costa insular y continental. De esta manera los recursos se encuentran más dispersos, lo que coincide con una distribución aleatoria de delfines sobre esta área. Por el contrario, las condiciones ambientales y geomorfológicas de bahía Bocatorito, que mantienen a una distancia cercana la costa continental y la insular de Isla San Cristóbal, concentran a los ecosistemas marino-costeros en la Bahía, lo cual beneficia a los delfines pues provee de una oferta alimenticia más uniforme que en bahía Almirante. Consecuentemente, comportamientos alimenticios y actividades de desplazamiento asociadas a la búsqueda de alimento se concentran en Bocatorito.

La bahía Bocatorito es un área especialmente protegida que favorece el desarrollo de las crías de delfines, por lo cual se relaciona como un área de guardería en Bocas del Toro. Por este motivo los comportamientos sociales (relación madre-cría) se concentran en esta Bahía y sean predominantes en la región. Adicionalmente, es notable que en Bocatorito se concentren las actividades de desplazamiento, ya que la concentración de recursos les permite moverse en búsqueda de alimento. No obstante, el tránsito de botes de turismo se concentra en esta área, por lo cual, actividades de desplazamiento se asocian a conductas evasivas por el tráfico de embarcaciones motorizadas.

Aunque las características océano y geomorfológicas pueden afectar la distribución de los delfines, hay que tener en cuenta que estas condiciones influyen directamente en la distribución de las presas, y por tanto, la disponibilidad y distribución de recursos alimenticios son las características que determinan principalmente la forma en que se distribuyen los cetáceos en un área determinada (Cribb *et al.*, 2008) En Milford Sound en Nueva Zelanda, donde las estaciones influencian de manera significativa la temperatura superficial del agua, la distribución de los delfines se ve afectada directamente por la distribución de presas, la cual varía estacionalmente dentro del fiordo (Lusseau, 2005).

Bearzi *et al.* (2008*b*) resaltan que la distribución del delfín nariz de botella varía según la estación predominante, la cual influye directamente en la temperatura del agua. Sin embargo, es notable que la variación de temperatura afecta de manera similar la distribución de presas en el Mediterráneo, y por ende la distribución del delfín nariz de botella esté dada por la temperatura pero en función del recurso alimenticio disponible. De hecho, en las costas de Cerdeña en Italia donde hay presencia de cultivos de peces en jaulas flotantes, y en las Islas Baleares donde se practica la pesca artesanal, la conducta de los delfines varía según la estación predominante. De esta forma, durante la estación invernal, época en que el recurso alimenticio es escaso, las interacciones de delfines con los cultivos y con pesquerías artesanales aumenta como respuesta a la carencia de alimento en el medio, en contraposición a la temporada veraniega, en la cual estas interacciones disminuyen considerablemente (Díaz-López, 2006; Brotons *et al.*, 2008).

La presencia de grandes tiburones predadores de delfines, también puede condicionar la forma en que se distribuyen los delfines nariz de botella sobre un área específica. Heithaus y Dill (2002) observaron que los delfines de Shark Bay al oeste de Australia, no sólo se distribuyen en relación al alimento disponible, ni como respuesta a cambios ambientales estaciones, sino principalmente en función a la presencia y densidad de un predador potencial,

el tiburón tigre *G. cuvier.* No obstante, aunque existen individuos que muestran marcas de interacciones con algún escualo grande, la presencia de predadores potenciales no parece ser un factor influyente en la distribución de los delfines de Bocas del Toro.

En la región de Bocas del Toro la topografía y batimetría del área favorecen el desarrollo de ecosistemas altamente productivos, que mantienen una diversidad marina considerable. Estas condiciones permiten a los delfines abastecerse de una amplia oferta alimenticia, y por tanto la distribución del delfín nariz de botella se asocia directamente con la disponibilidad de presas. Las condiciones oceanográficas relativamente constantes mantienen a las especies potenciales como alimento dentro del área, y los delfines se desplazan distribuyéndose por todo el Archipiélago en búsqueda de presas. De esta manera es notable que la distribución y uso de hábitat del delfín nariz de botella esté influenciada básicamente por la distribución de presas, favoreciendo conductas de desplazamiento y alimentación. Según estudios previos de contenido estomacal (e.g., Barros y Odell, 1990; Barros, 1993; Barros y Wells, 1998; Barros, 1993; Cockcroft y Ross, 1990; Allen *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2001; Bearzi *et al.*, 2008*c*), que evidencian el carácter poco especialista en la dieta de los delfines, muestra que la especie puede ampliar su rango de distribución en diferentes áreas, y para el caso de Bocas del Toro, les permite distribuirse por todo el Archipiélago cubriendo diferentes rangos de hábitat dentro del área, a pesar que su distribución se concentre en Bocatorito.

Las condiciones oceanográficas y geográficas favorecen la residencia del delfín nariz de botella dentro del Archipiélago, razón por la cual muestran una alta fidelidad al sitio. Por su parte, las condiciones geomorfológicas promueven comportamientos reproductivos y sociales como cría de progenie dentro del Archipiélago. Es posible que estas condiciones ambientales sean más uniformes en la bahía Bocatorito, por lo cual, a pesar que el rango de distribución del delfín nariz de botella involucra a todo el Archipiélago y áreas

adyacentes, se limita a Bocatorito como un área crítica y vital para los delfines de Bocas del Toro.

8.4.2. Sobrevuelos

El concepto de rangos de hábitat o rango de hogar ha sido útil para el estudio de especies mamíferas terrestres y puede definirse como “el área atravesada por un individuo durante sus actividades normales como búsqueda de alimento, reproducción y cría de progenie (Burt, 1943; En: Ingram y Rogan, 2002). Este concepto ha sido aplicado en estudios de distribución y uso de hábitat, y para el caso del delfín nariz de botella, por ser top-depredadores oportunistas y nadadores ágiles, se esperaría que mantengan amplios rangos de hábitat (Ingram y Rogan, 2002). Sin embargo, por la distribución de los ecosistemas altamente productivos, la disposición de sus presas, la estabilidad de las condiciones oceanográficas y la pequeña población que no supera los 300 individuos, es claro que en Bocas del Toro el delfín nariz de botella tiene un rango de hábitat reducido, concentrado en bahía Bocatorito. De hecho, amplios rangos de hogar están directamente relacionados a grandes poblaciones delfines y evidentemente a inmensas agregaciones (Cubero-Pardo, 2007). No obstante, durante los sobrevuelos se lograron avistamientos de delfines en áreas oceánicas del Archipiélago y en sectores de la Laguna de Chiriquí que están fuera del área de estudio. De esta manera, el Archipiélago de Bocas del Toro no representa todo el rango de hogar del delfín nariz de botella, y por ende este rango de hábitat puede ser un poco más amplio, incluyendo a la laguna de Chiriquí y áreas de mar afuera que presentan una batimetría más profunda.

Los avistamientos de defines en sectores oceánicos del Archipiélago, sugiere además el paso del delfines transeúntes hacia otras áreas aledañas a Bocas del Toro. En Costa Rica, hay una población de delfín nariz de botella que habita en el Refugio Nacional de Vida Salvaje Gandoca-Manzanillo, en la costa Caribe costarricense, a una distancia aproximada de 35 km al norte de Bocas (Fig. 39)

(May-Collado, 2007*b*; May-Collado y Wartzok, 2008). Es posible que haya un intercambio y flujo genético por estas zonas, lo cual favorece el sostenimiento de la población de delfín nariz de botella en Bocas del Toro. May-Collado y Wartzok (2008) observaron similaridad en la estructura de los sonidos emitidos por las poblaciones de delfín nariz de botella que habitan en Bocas del Toro y en Gandoca-Manzanillo, con respecto a poblaciones que habitan en Belice. De esta forma, es posible que exista una conectividad en términos de individuos moviéndose de un área a otra, y por este motivo reflejen un patrón acústico similar (May-Collado y Wartzok, 2008).

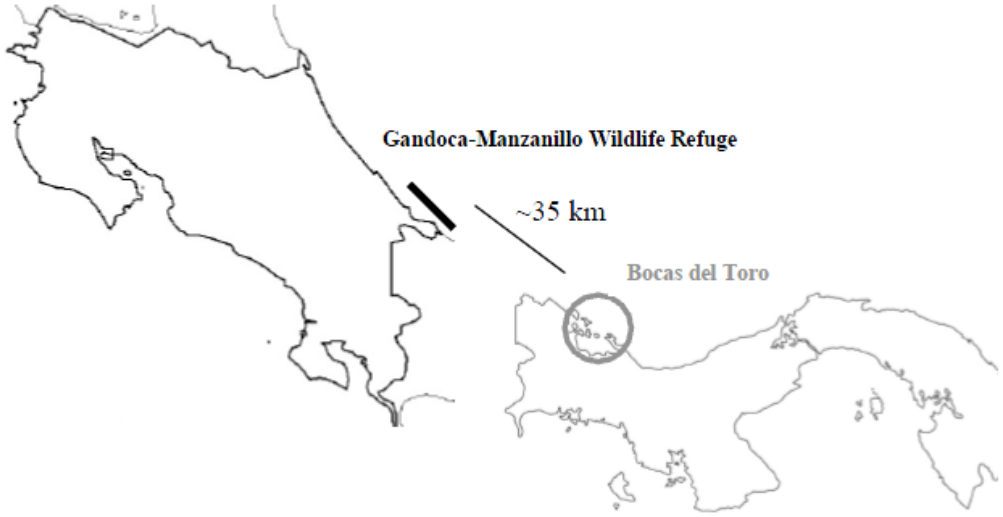


Figura 39. Mapa general de Panamá y Costa Rica delimitando el Refugio de Vida Salvaje Gandoca - Manzanillo y el Archipiélago de Bocas del Toro (Tomado de May-Collado, 2007*b*).

Esta evidencia acústica, asociada a los avistamientos aéreos, podría explicar la presencia de delfines mar afuera adyacentes a Isla Colón e Isla Popa en actividades de desplazamiento, los cuales se mueven hacia otras áreas, ampliando su rango de hábitat. No obstante, May-Collado *et al.* (2007) han comparado el catálogo de individuos foto-identificados de Gandoca-Manzanillo con el catálogo de Bocas del Toro, y hasta la fecha no se han encontrado individuos comunes. De esta manera, la carencia de estudios moleculares impide determinar la estructura poblacional y el flujo genético de los delfines

nariz de botella que habitan tanto en el Archipiélago de Bocas como en Gandoca-Manzanillo, con el fin de confirmar si existe un sobrelapamiento entre estas dos poblaciones de mamíferos cetáceos.

8.5. USO DE HÁBITAT

La topografía y batimetría de Bocas del Toro favorece la presencia de zonas y bahías protegidas y poco profundas (tales como las bahías Bocatorito y Almirante), las cuales son de gran importancia para los delfines, al proporcionarles un hábitat adecuado para realizar actividades como descanso, alimentación y social (relación madre-cría) (Rodríguez-Fonseca, 2001; Mignucci-Giannoni, 1998; Fazioli *et al.*, 2006). Los delfines requieren zonas someras y protegidas para el cuidado y refugio de sus crías. Por este motivo, prefieren habitar áreas poco profundas (por debajo de 20 m de profundidad) que se ubiquen cerca a las regiones más productivas. La observación de actividades sexuales y la presencia de adultos con crías sugieren que el área es usada para actividades sociales que involucran reproducción y cuidado parental. La batimetría poco profunda del Archipiélago condiciona el área para actividades de este tipo. De este modo, el uso del Archipiélago, especialmente de la bahía Bocatorito para mantener crías en áreas resguardadas y poco profundas, permiten que las actividades sociales sean el tercer comportamiento predominante de los delfines que habitan en Bocas del Toro.

A pesar de las condiciones geomorfológicas del Archipiélago, que favorecerían conductas de descanso, este comportamiento junto con el de vagabundeo es poco frecuente en Bocas del Toro. Esta tendencia puede deberse al exacerbado crecimiento del tránsito de botes como consecuencia del incremento de la industria de observación de cetáceos en el Archipiélago. De hecho, conductas de descanso y vagabundeo, se relacionan principalmente a la ausencia de botes. Es posible que el predominio de actividades de desplazamiento esté dado como un efecto negativo frente a la presencia de

embarcaciones. No obstante, es usual que las poblaciones costeras de delfines nariz de botella usen el hábitat para actividades asociadas a la alimentación, las cuales incluyen conductas de desplazamiento en búsqueda de alimento (Bearzi *et al.*, 2008*b,* 2008*c*). Por tanto, comportamientos de desplazamiento y alimentación son predominantes en los delfines nariz de botella que habitan en Bocas.

Regiones someras con sustrato arenoso ofrecen al delfín nariz de botella un ambiente esencial para la captura de presas, pues es posible que éstas no puedan esconderse en este tipo de fondo (Würsig y Würsig, 1979; Morteo *et al.*, 2004). De hecho, observaciones realizadas a delfines que habitan cerca de Clearwater Harbor en Florida durante comportamientos alimenticios, indican que estos cetáceos prefieren capturar presas en sustrato arenoso adyacente a las praderas marinas, ya que éstas proveen refugio a una gran diversidad de organismos marinos al mimetizarlos y hacerlos invisibles al campo visual y acústico de los delfines. En este sentido, las praderas sustentan y reguardan el recurso alimenticio de los delfines, comportándose como abastecedores de alimento de forma indirecta (Allen *et al.*, 2001). De esta forma, los delfines nariz de botella que habitan en la costa de Florida, usan el hábitat preferencialmente para actividades de alimentación en áreas adyacentes a las praderas de pastos marinos (Hastie *et al.,* 2004). De manera similar y ante la presencia de parches de pastos marinos en Bocas del Toro, los delfines nariz de botella de esta región pueden alimentarse en sectores adyacentes a las praderas, y por tanto, es frecuente avistarlos en regiones cercanas a los bosques de manglar, ecosistema asociado directamente a las praderas de pastos marinos (Collin, 2005; Lovelock *et al.*, 2005; Carruthers *et al.*, 2005; Guzmán *et al.*, 2005).

Los ambientes marino-costeros de la región, proporcionan un hábitat ideal para la residencia de peces e invertebrados, los cuales se distribuyen por todo el Archipiélago (D'Croz, 2005), y los cuales son potenciales como recurso alimenticio para los delfines. Al formar un mosaico de hábitats, los ecosistemas

presentes en Bocas del Toro proveen refugio a peces e invertebrados en diferentes etapas de su vida. De esta manera sus ciclos de vida traslapan en los diversos ambientes, siendo el de manglar el más común para residir durante las etapas larvales. Aunque no existe una estacionalidad definida, D'Croz (1999) sugiere que durante la temporada seca se registran altas densidades de zooplancton, larvas y huevos de diferentes taxas de peces en áreas cercanas a la costa, confinadas principalmente en regiones aledañas a los bosques de manglar. Durante la época lluviosa, los gradientes de zooplancton se dispersan de forma homogénea sobre la plataforma continental de Bocas del Toro. De esta manera, el recurso alimenticio que el área ofrece a los delfines se distribuye por toda la región, razón por la cual estos individuos se mueven por todo el Archipiélago en búsqueda de posibles presas. De esta manera, el uso de hábitat para actividades de desplazamiento y el desarrollo de actividades alimenticias son los comportamientos predominantes de los delfines nariz de botella en Bocas del Toro.

De manera general, las condiciones ambientales de Bocas favorecen no sólo la presencia del delfín nariz de botella en sus aguas, sino también la diversidad y riqueza de especies marinas por todo el Archipiélago, las cuales como recurso alimenticio para los delfines, influyen en la presencia y distribución de estos cetáceos en Bocas. De manera general, la biodiversidad marina de Bocas del Toro está actualmente registrada en la base biológica de la Estación Smithsoniana de Bocas del Toro (Bocas del Toro: Species Database), la cual registra alrededor de 219 especies de peces, 650 de moluscos y 331 de crustáceos en el Archipiélago (STRI, 2010). Estas especies son potenciales dentro de la red trófica marina, y siendo los delfines top-depredadores de dicha red, la alta diversidad marina de la región aumenta el rango dietario de los delfines que habitan en el Archipiélago.

Los delfines son top-depredadores en las redes tróficas, y como individuos oportunistas se aprovechan de una gran variedad de especies que habitan diferentes ecosistemas y ambientes, tanto bentónicos como pelágicos, aunque

se considera que tienen una dieta basada principalmente en presas demersales (Barros y Odell, 1990; Gannier, 1995; Stephanis *et al.*, 2008). Su rango dietario incluye especies cartilaginosas como el chucho o águila marina *Aetobatus nari nari* y el tiburón martillo cornuda cruz *Sphyrna zygaena* (Mead y Potter, 1990), y peces Actinopterigios, los cuales incluyen especies pelágicas como bluefish o anchova (*Pomatomus saltatrix*) y jureles (*Trachurus murphyi*), peces epipelágicos como mugíldos y clupéidos (Díaz, 2006*b*; Bearzi *et al.,* 2008) y especies bentónicas como pejesapos, croadores y truchas marinas (Eguchi, 2003). En el Atlántico norteamericano se ha reportado el predominio de peces asociados a praderas marinas dentro del contenido estomacal de delfines nariz de botella (Barros, 1993; Allen *et al.*, 2001), destacando a las familias Scianidae y Haemulidae (Barros y Odell, 1990), en tanto que Mead y Potter (1990) describieron 31 géneros y dos especies de invertebrados. Peces como el sargo *Lagodon rhomboides*, el corocoro burro *Orthopristis chrysoptera*, el tímbalo cebra *Leiostomus xanthurus* y el mújil rayado *Mugil cephalus* son comunes en la dieta del delfín nariz de botella que habitan en Bahía Sarasota e Indian River Lagoon (Barros y Wells, 1998; Barros, 1993).

Cockcroft y Ross (1990) analizaron contenidos estomacales de los delfines nariz de botella que habitan en aguas de Sudáfrica, identificando alrededor de 50 géneros de peces y tres de cefalópodos como recurso alimenticio para estos cetáceos. Por otro lado, los delfines que habitan las aguas del Mediterráneo tienen preferencia por moluscos como el pulpo común *Octopus vulgaris* y especies de peces como la merluza europea *Merluccius merluccius*, congrio europeo *Conger conger*, salmonete del fango *Mullus barbatus*, salmonete de roca *M. surmuletus*, y algunas especies epipelágicas como las sardinas *Sardina pilchardus* y *Sardinella aurita* (Barros y Clarke, 2002; Bearzi *et al.*, 2008*c*). Por su parte, Combatt y Gonzáles (2007) destacan a las familias Clupeidae, Scianidae, Mugilidae y Scombridae como potenciales dentro de la dieta de los delfines nariz de botella que habitan las costas de Dibulla en el Caribe colombiano.

En Bocas del Toro la presencia de alrededor de 219 especies de Actinopterigios, muestra a las familias Mugilidae, Clupeidae, Scombridae y Carangidae como potenciales dentro del rango dietario de los delfines. Especies reportadas en Bocas como el mugílido *Mugil curema*, scómbridos como *Scomberomorus maculatos* y *S. regalis*, carángidos como *Caranxs bartholomei, C. crysus, C. latus* y *C. ruber* pueden ser presas importantes dentro de la dieta de los delfines nariz de botella (STRI, 2010). En adición, el reporte de siete especies de Condrictios incluyen a *A. nari nari* como una especie residente en el Archipiélago (STRI, 2010), la cual amplía el rango dietario del delfín nariz de botella en Bocas (Mead y Potter, 1990). Sin embargo la carencia de estudios estomacales impide afirmar con exactitud cuáles son las especies que los delfines nariz de botella incluyen dentro de su espectro trófico en esta zona del Caribe panameño, aunque la diversidad de especies marinas puede dar indicios de un amplio rango dietario.

De esta manera, y debido al carácter poco especialista de la especie, conductas de alimentación son las más frecuentes en los delfines que habitan las aguas de Bocas del Toro. Es notable que el uso de hábitat de la especie se concentra en la bahía Bocatorito, ya que proporciona condiciones topográficas, batimétricas y ambientales aptas para realizar actividades de desplazamiento, alimentación y social. No obstante, es evidente que el tránsito de botes, el cual se concentra en Bocatorito, también afecta de manera significativa en las conductas sociales y comportamientos predominantes de los delfines, y por tanto debe tenerse en cuenta como un factor influyente en el uso de hábitat de la población de delfín nariz de botella que habita en la región de Bocas del Toro.

8.4. EFECTO DE BOTES

Los datos de frecuencia de individuos y grupos de delfines nariz de botella que residen en Bocas del Toro, demuestran que es muy factible observar delfines

en el Archipiélago (Fig. 19-20). Por tanto, se ha dado un incremento de la industria de observación de cetáceos, y por ende del tráfico de botes. Estudios previos indican que hasta el año 2007 cerca de 1.5 botes pasaban sobre el área de Bocas, mostrando una tasa de interacción con los delfines de 0.66 botes/min (Taubitz, 2007). De hecho, el incremento de botes es considerable, teniendo en cuenta que en 2006 el número máximo de embarcaciones que interactuaban con los delfines era de 11 en tanto que para el 2009 fue de hasta 23 botes. En adición, Taubitz (2007) encontró que existe una clara diferencia durante del día, y de esta forma en horas de las mañana es posible encontrar tres botes más que en tarde (0.89; 0.32 botes/min respectivamente). Esta tendencia puede asociarse a que actividades de observación de cetáceos son más frecuentes en horas de la mañana que en la tarde (May-Collado, 2010 *comm. pers.*). Es notable que la industria de observación de delfines haya tomado gran fuerza en la región, generando recursos financieros importantes, y por ende, aumentando de manera exacerbada el tráfico de botes en Bocas del Toro.

8.4.1. Uso de hábitat

La población de delfín nariz de botella que habita en aguas del Archipiélago de Bocas del Toro, muestra residencia al sitio, y por tanto, el tránsito de botes es una característica de la región a la cual los delfines han podido habituarse y evadir con el tiempo. Consecuentemente, el hecho de evitar el área hasta ahora no ha sido su estrategia evasiva a los botes, sino el cambio de comportamiento ha sido su respuesta más frecuente frente a la interacción con embarcaciones motorizadas (Hastie *et al.*, 2003). De esta forma, comportamientos de desplazamiento y buceo son frecuentes ante la presencia de botes (Fig. 42). Además del comportamiento, el tránsito de botes sumado a las interacciones no reguladas entre embarcaciones de observación de cetáceos (WW), puede condicionar la forma en que una población de delfines se distribuye en un área específica (Lusseau, 2003, 2005).

Figura 42 (a-c). Bote de WW frente a un delfín nariz de botella. En principio, éste mantenía un comportamiento predominante de desplazamiento (círculo amarillo, recuadro a), pero ante la presencia del bote, el individuo se sumerge. Este comportamiento es usual en los delfines cuando hay botes presentes, y en adición aumentan sus tiempos de buceo.

Figura 43 (a-e). Bote acercándose agresivamente, rápido y dirigido a un individuo de delfín nariz de botella. Durante el acercamiento, éste cambió su comportamiento inicial y empezó a bucear (círculo amarillo, recuadros d-e). Esta conducta es una típica respuesta negativa, comúnmente asociada a la presencia de botes, o cuando la embarcación se acerca de forma agresiva hacia los delfines.

Figura 44 (a-i). Maniobra realizada por operadores turísticos para avistar delfines. Ésta consiste en acercarse indirecta y lentamente alrededor de un grupo o individuos, rodeándolo, y de esta manera provocando un oleaje suave en el cual los delfines se deslizan (círculo amarillo, recuadros g-h) y en ocasiones saltan (círculo amarillo, recuadro i) como una respuesta positiva. Este comportamiento no es común cuando hay muchos botes en la zona de encuentro.

Estudios previos muestran que los delfines nariz de botella reaccionan de forma neutral ante barcas no motorizadas, en tanto que ante la presencia de botes de tipo personal, tránsito local y lanchas de observación de cetáceos la reacción es generalmente negativa (Taubitz, 2007). No obstante, la interacción entre botes y delfines varía en relación al tipo de acercamiento del bote. De esta forma, cuando la embarcación se acerca de manera agresiva, de forma rápida y dirigida a un grupo de delfines, éstos cambian su comportamiento inicial, aumentando sus tiempos de buceo y desplazamiento como respuesta negativa al bote (Fig. 43). Por el contrario, cuando la embarcación se acerca de forma gradual, lenta y no dirigida hacia el grupo, los delfines responden positivamente, deslizándose sobre la estela de agua provocada por el bote, hasta exhibiendo saltos y piruetas (Taubitz, 2007). En la figura 44 se aprecia esta situación, en la cual el bote de WW realiza una maniobra que induce al delfín para que haga un salto como respuesta positiva al acercamiento. Sin embargo, respuestas positivas son poco frecuentes en el área, principalmente cuando hay más de cinco botes presentes durante el avistamiento (Taubitz, 2007; May-Collado y Wartzok, 2008).

Estudios alrededor del mundo han demostrado que el impacto de turismo de observación de cetáceos no regulado afecta directamente a madres y crías (Stensland & Berggren, 2007; Christiansen *et al.*, 2010) e influye negativamente sobre el comportamiento de los delfines (Lusseau, 2005; Bejder & Samuels, 2003; Nowacek *et al*., 2007). El acercamiento excesivo de los botes a los delfines genera un estrés en los individuos, y en Bocas del Toro esta actividad no está regulada en su totalidad. Los botes tienden a acercarse desmedidamente hacia los delfines, generando respuestas negativas en casi todos los casos (Fig. 45). Las estrategias evasivas empleadas por los delfines para evitar botes son similares a las que emplean para eludir predadores (Lusseau, 2003). Básicamente, el comportamiento de los delfines se ve afectado por la presencia de lanchas, y se observan cambios en la actividad predominante, composición, estructura grupal (Allen & Read, 2000; Nowacek *et al*., 2001; Van Parijs & Corkeron, 2001; Bejder & Samuels, 2003; Hastie *et al.*, 2003; Lusseau, 2003, 2003*b*; Bejder *et al.*, 2006; Lemon *et al*., 2006; Stensland

& Berggren, 2007; Nowacek *et al*., 2007), sincronía de respiración grupal (Hastie *et al.*, 2003) y vocalización (May-Collado & Wartzok, 2008; Taubitz, 2007; Scarpaci *et al*., 2000, 2001; Buckstaff, 2004; Morisaka *et al*., 2005).

Figura 45. Acercamiento no regulado de botes de turismo de observación de cetáceos (WW) hacia un grupo de delfines. Nótese que la distancia entre los botes y los delfines no superan los 2 m (Fotografía: David Palacios).

Cuando un grupo de delfines interactúa con más de dos botes de turismo, es usual que los individuos incrementen sus tiempos de buceo (evasión vertical de botes) (Lusseau, 2003), y empiecen a desplazarse rápidamente (Nowacek *et al*., 2001; Constantine, 2001) de forma errática y evasiva a la embarcación (evasión horizontal de botes), siendo las hembras con crías las que presentan conductas de desplazamiento con mayor frecuencia (Lusseau, 2003, 2004; Stensland & Berggren, 2007; Nowacek *et al*., 2001; Constantine, 2001). En Bocas del Toro, este tipo de respuestas negativas aumentan directamente con el número de botes presentes, de forma que conductas evasivas de desplazamiento y buceo prolongados son más frecuentes cuando hay más

botes presentes durante un encuentro (Taubitz, 2007; May-Collado y Wartzok, 2008), lo cual genera a los delfines un gasto de energía adicional.

El comportamiento más frecuente del delfín nariz de botella en Bocas del Toro es el de desplazamiento, actividad predominante en la bahía Bocatorito, área que concentra el tráfico de botes de WW. A pesar de contar con las condiciones geomorfológicas y oceanográficas para llevar a cabo actividades de descanso, éste es el comportamiento menos frecuente (1%), y dos de los tres registros se dan en sectores fuera de Bocatorito (Fig. 46). De hecho, conductas de descanso y vagabundeo se asocian a la ausencia de botes. No obstante, para determinar si estas categorías de comportamiento son susceptibles al tránsito de embarcaciones motorizadas, se requiere un estudio de comportamiento específico que implique una mayor cantidad de registros de actividades de descanso y vagabundeo (Taubitz, 2007).

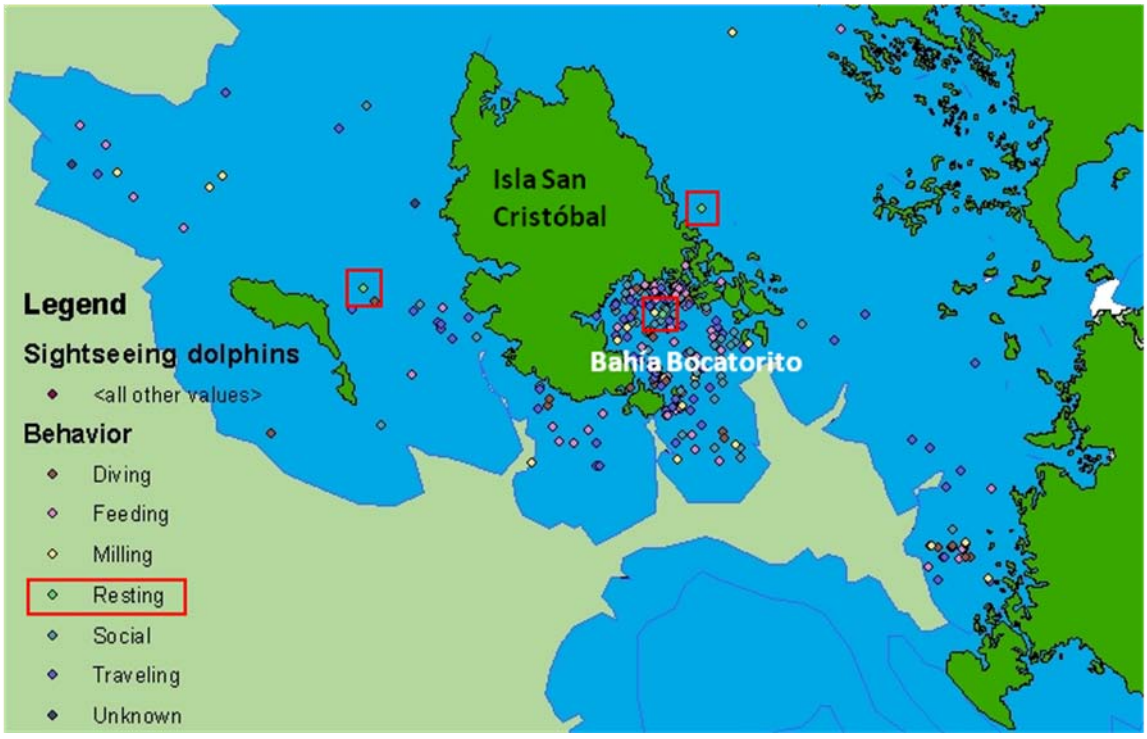


Figura 46. Únicos registros de conductas de descanso de delfines nariz de botella en Bocas del Toro (Base cartográfica cortesía TNC – The Nature Conservancy).

La carencia de conductas de descanso puede demostrar que además de moverse en búsqueda de alimento, los delfines realizan actividades de

desplazamiento como respuesta negativa al tráfico de botes. De esta forma, cuando diversos botes interactúan alternamente con un grupo de delfines, este encuentro conlleva a desplazamientos prolongados. Consecuentemente, hay ocasiones en que los delfines exhaustos “descansan” en presencia de los botes. Como el tránsito de botes es creciente en la región, un solo grupo de delfines puede interactuar hasta con 23 embarcaciones diferentes en distintos tiempos pero durante un mismo avistamiento, por lo cual, a pesar de la respuesta evasiva de desplazamiento y buceo prolongados, estas actividades les infringe un gasto energético tal, que es posible que tras evadir a los primeros botes, el cansancio los conduce a descansar a pesar que otras embarcaciones lleguen a interactuar con ellos.

Las observaciones en campo sugieren que los delfines de Bocas del Toro invierten poco tiempo para realizar actividades de descanso, comportamiento vital para mantener saludables a los individuos de una población (Bishop, 1999). Una reducción del tiempo invertido a las actividades de descanso puede afectar la salud de los delfines, generándoles un estrés fisiológico que incrementaría su presión sanguínea y por ende su gasto energético (Christiansen *et al.*, 2010). El estrés fisiológico padecido por los delfines, en adición a condiciones ambientales adversas causadas por actividades antrópicas (contaminación del agua, pesquerías, calentamiento global, entre otras), les puede reducir su inmunidad a ciertas enfermedades que en casos extremos pueden ser mortales (Rowe *et al.*, 2010; Reif *et al.*, 2008). Adicionalmente, el gasto energético debido a actividades de desplazamiento y buceo prolongado genera un problema adicional a la salud fisiológica de los delfines.

Como los delfines muestran cambios de comportamiento predominante, actividades de tipo alimenticio pueden verse afectadas por la presencia de botes de turismo. Por ejemplo, el ruido provocado por el motor de un bote puede interferir en la captura de presas potenciales para los delfines (Au, 2000). Uno de los factores que regula la distribución del delfín nariz de botella

en Bocas del Toro es la disponibilidad de recursos alimenticios. Como los procesos alimenticios se dan a nivel submarino sobre el lecho marino, es imposible determinar si los botes afectan de manera negativa a los delfines mientras se alimentan (Taubitz, 2007). No obstante, el cambio de comportamiento inicial como el alimenticio hacia actividades de desplazamiento durante y después de la interacción con los botes, dan indicios de que las interacciones con embarcaciones puede afectar en mayor o menor medida a las conductas alimenticias, la cual es vital para el sustento de cada individuo, en términos de costo-beneficio para la obtención de energía (Christiansen *et al.*, 2010; Lusseau, 2005; Stephanis *et al.*, 2008). De cualquier modo, los cambios en el (los) comportamiento(s) predominante(s) puede(n) afectar el uso de hábitat de manera constante, lo cual arriesgaría su permanencia en un área específica (Christiansen *et al.*, 2010). En adición, cambios en las conductas iniciales requieren un gasto energético agregado, que junto al gasto de energía debido a la huida de botes, podrían implicar en la evasión permanente de los delfines al área en general (Lusseau, 2003). En este caso, como Bocatorito es el área más frecuentada por los delfines, y la que concentra el tráfico de botes (May-Collado y Wartzok, 2008), es posible que en un futuro los delfines eviten la Bahía en respuesta al excesivo tráfico de botes que se da en este lugar.

Al existir diferentes tipos de hábitat en Bocas del Toro, los delfines nariz de botella pueden salir del área crítica (bahía Bocatorito) y moverse por todo el Archipiélago en búsqueda de alimento, teniendo en cuenta que la disponibilidad y oferta alimenticia en el área es bastante amplia. No obstante, estudios adelantados en bacalaos, han demostrado que estos peces reaccionan negativamente ante el ruido causado por el motor de una lancha, manteniendo sus sincronías como técnica defensiva hacia el bote que consideran como amenaza, y nadando conjuntamente hacia el lecho marino (Engas e*t al*., 1995; En: Hastie *et al.*, 2003). Si el tránsito de botes influye hasta en la distribución de peces u otros individuos potenciales como recurso alimenticio para los delfines nariz de botella residentes, la residencia del delfín nariz de botella en el Archipiélago puede verse afectada. No obstante, la especie es oportunista y se

adapta fácilmente al ambiente, lo cual le permite desarrollar estrategias específicas para la captura de presas (Stephanis *et al.*, 2008). Sin embargo, si la distribución de presas se ve afectada por el ruido de botes, y teniendo en cuenta que la distribución del delfín nariz de botella en Bocas del Toro está influenciada principalmente por la disponibilidad de alimento, la distribución de esta especie puede variar en el futuro. Se requieren estudios que indiquen de qué forma el ruido puede afectar a las comunidades animales marinas que habitan en el Archipiélago para confirmar si ésto puede ocurrir en Bocas.

Adicionalmente al efecto en el comportamiento predominante, el tráfico de botes también afecta la comunicación acústica de los delfines nariz de botella en Bocas del Toro. A pesar que no existe una tendencia negativa en la ocurrencia de grupos en relación a la presencia de embarcaciones, el patrón negativo en la ocurrencia de individuos frente a las interacciones con botes motorizados puede deberse a la influencia en el número de lanchas, las cuales en conjunto emiten señales que enmascaran la comunicación entre individuos. Sin embargo, de manera general las vocalizaciones de los delfines nariz de botella durante y después de las interacciones con botes, parecen no mostrar un cambio notable, al menos en la bahía de Bocatorito (Taubitz, 2007). No obstante, la modulación del sonido, medida como la composición del contorno del silbido sí cambia (May-Collado *et al.*, 2007). De esta manera, antes de la interacción con botes la modulación del sonido es simple (45% "'upsweeps"). Durante el encuentro la modulación emitida por los delfines aumenta considerablemente (56% "sine whistles"). Ya finalizada la interacción los delfines disminuyen sus modulaciones a silbidos simples (40% "downsweeps") (Taubitz, 2007).

Igualmente, la frecuencia en la estructura silbidos emitidos por los delfines es afectada por la interacción y el número de botes, de manera que durante el encuentro con más de una embarcación, los delfines emiten sonidos de alta frecuencia, los cuales disminuyen después de la interacción alcanzando niveles bajos y similares a los emitidos antes del encuentro (May-Collado y Wartzok,

2008; May-Collado *et al.*, 2007). De esta manera, la presencia de múltiples botes que generan más ruido incrementan la máxima frecuencia, duración y modulación de los silbidos en comparación a la presencia de un solo bote, el cual afecta en menor medida las señales acústicas de los delfines (May-Collado y Wartzok, 2008).

A pesar del efecto negativo del tráfico de botes en el comportamiento de los delfines, y contrario a otras áreas alrededor del mundo, el comportamiento social del delfín nariz de botella (Hastie *et al.*, 2003; Van Parijs & Corkeron, 2001; Lusseau, 2005; Lusseau *et al.,* 2006), aparentemente no se ha visto afectado por las interacciones con botes (Taubitz, 2007). Las actividades sociales son frecuentes cuando hay lanchas presentes. Esta conducta se asocia a las crías, quienes se muestran en principio curiosas frente a la embarcación, especialmente cuando ésta se acerca de manera lenta y no dirigida. En adición, las respuestas positivas del encuentro entre botes y delfines relacionan las actividades sociales con la presencia de botes. En algunas ocasiones, debido al carácter social de la especie, y al comportamiento sexual de los machos, las actividades sexuales y reproductivas se realizan frente a botes de WW, prolongándose hasta por varias horas. Caso contrario, en sectores de Milford Sound en Nueva Zelanda, las actividades reproductivas y sociales de los delfines nariz de botella han decaído por las interacciones con embarcaciones hasta tal punto, que la población ha disminuido en el fiordo (Lusseau, 2003). Por tanto, las actividades sociales y reproductivas deben ser respetadas y no interrumpidas durante un encuentro, pues el estrés generado puede afectar la reproducción y cría de progenie en el área, lo cual conduciría a un decaimiento de la población de delfines nariz de botella en Bocas del Toro. Es necesario regular el turismo de observación de cetáceos en el área, y capacitar a los capitanes de bote y al personal encargado de guiar las interacciones entre botes y delfines, para que actividades alimenticias o reproductivas no sean interrumpidas durante un encuentro.

8.4.2. Traslape espacial

En el Archipiélago de Bocas del Toro el tránsito de botes incluye embarcaciones sin motor como barcas artesanales o kayaks (O), embarcaciones motorizadas de tránsito local (TL), botes de tipo personal como catamaranes o yates (P), y botes de turismo que incluyen embarcaciones de observación de delfines (WW). Sin embargo, las interacciones entre delfines y botes de WW son las más habituales en la región (May-Collado y Wartzok, 2008; Taubitz, 2007). En Bahía Almirante la tendencia refleja un mayor tráfico de botes de tránsito local, que transporta a la comunidad entre las islas y hacia Almirante ubicado en el área continental. De esta forma, el sobrelapamiento entre botes y delfines en Almirante es mínimo en contraposición a bahía Bocatorito. Por tanto, las interacciones entre embarcaciones de transporte local y delfines son menos frecuentes en la región. Por el contrario, por ser un área crítica para el delfín nariz de botella, Bocatorito es una Bahía frecuentada por los delfines. La comunidad conoce esta situación, y en respuesta a este hecho, el turismo de observación de cetáceos ha aumentado en los últimos años, y los registros de botes se concentran en esta Bahía.

Los delfines que habitan el Archipiélago de Bocas muestran más respuestas negativas hacia botes motorizados de tipo personal como catamaranes y embarcaciones de transporte local (Taubitz, 2007). La evasión de los delfines hacia embarcaciones motorizadas se debe también a que éstas infringen un riesgo mortal hacia sus crías. Lusseau *et al.* (2002, 2003) ha reportado la desaparición de dos crías tras la interacción con botes. En Bocas del Toro ocurre que tras un encuentro, los botes se dirigen al muelle en Isla Colón sobre Bahía Almirante para desembarcar, transitando rápidamente por Bocatorito para salir de la Bahía y por otras regiones que sobrelapan con el área de distribución de los delfines. De manera similar, las embarcaciones de tránsito local se desplazan de forma rápida por regiones que sobrelapan con la distribución de los delfines en el Archipiélago. De esta forma, se desplazan de forma rápida y dirigida sobre un grupo de delfines (Fig. 45). Adicionalmente,

botes de tipo personal como catamaranes tienden a acercarse demasiado y perseguir a los grupos de delfines sin seguir una normatividad adecuada (Taubitz, 2007). Estos tipos de interacciones pueden ser muy peligrosas para la especie, ya que debido al ruido y al enmascaramiento de sus vocalizaciones, no pueden comunicarse durante el encuentro con estos botes, se despistan y pueden correr el riesgo de ser atropellados por uno de estos botes. Aunque éste no es un hecho demostrado en este estudio, es notable que el riesgo de interacciones con botes es aún mayor, especialmente cuando hay crías presentes, las cuales tienden a acercarse a las embarcaciones.

Es notable que las interacciones entre embarcaciones y delfines hayan aumentado considerablemente a través de los años en Bocas del Toro. El incremento de botes de WW interactuando con los delfines puede generar un estrés tal en los individuos, que la población podría decaer con el tiempo, al menos en Bocatorito, área que concentra el tráfico de botes de WW. Es evidente que el cúmulo de interacciones diarias entre lanchas y delfines conducen a un alto grado de interacción anual, generando un estrés acumulado en los individuos y en la población, el cual puede afectar su permanencia en el Archipiélago de Bocas (Bejder, *et al.*, 2006). En diversas áreas alrededor del mundo se ha demostrado que, el tráfico de botes de turismo de observación de cetáceos ha sido la principal causa del decline de la abundancia relativa de delfines nariz de botella, lo cual indica la vulnerabilidad de la especie ante actividades antrópicas como el tránsito de botes (e.g., Bejder *et al.*, 2006; Lusseau, 2003, 2003*b*, 2004, 2005; Lusseau *et al.,* 2002, 2006; Christiansen *et al.*, 2010; Bearzi *et al.*, 2008*c*; Morteo *et al.*, 2004).

8.4.3. Ocurrencia grupal e individual

Los registros de botes muestran un sobrelapamiento con la distribución de los delfines. Por este motivo, la ocurrencia de delfines se relaciona a la presencia de botes. Sin embargo, es notable que así como la presencia de botes se concentra en la bahía Bocatorito, las conductas de desplazamiento son

predominantes en este sector del Archipiélago. Por ser un área crítica para los delfines, los botes de turismo prefieren esta Bahía para realizar interacciones con ellos. De esta manera, las lanchas de turismo buscan y persiguen a los grupos de delfines durante un encuentro. De esta manera, aunque los individuos cambien su comportamiento inicial, se desplacen como respuesta negativa al encuentro y aumenten sus tiempos de buceo, las embarcaciones les siguen por períodos de tiempo prolongados. En ese sentido, se espera encontrar que la ocurrencia de delfines esté asociada a la ocurrencia de botes, y por tanto no existan diferencias significativas en la frecuencia de los delfines ante presencia y ausencia de embarcaciones. De hecho, los resultados demuestran que al menos durante el día las interacciones entre delfines y botes son frecuentes, y es más factible los avistamientos de delfines interactuando con botes, que lograr avistar grupos de delfines aislados. En relación al tránsito de botes, el cual es mayor durante el día, es notable que los delfines nariz de botella tiendan a realizar más actividades de buceo en horas de la mañana que en la tarde (Taubitz, 2007; May-Collado *et al*., 2007), lo cual puede ser evidencia de un efecto negativo ante el tránsito de embarcaciones sobre el Archipiélago.

De esta forma, la presión antrópica en relación al tráfico de botes puede influenciar y condicionar la presencia de estos mamíferos cetáceos en el Archipiélago, a pesar que el área ofrezca un ambiente adecuado para su desarrollo. Por tanto es posible avistar individuos en áreas oceánicas frente a las Islas Popa y Colón y en sectores de la Laguna de Chiriquí. De esta manera su rango de hábitat también puede estar influenciado por el turismo de observación, y por tanto la especie podría desplazarse hacia otros sectores con el fin de evitar interacciones directas con embarcaciones de WW. Como caso especial se cita a la población de delfín nariz de botella que habita en Milford Sound, la cual, por evitar interacciones directas con botes de turismo en el fiordo, ha disminuido su residencia en el área, y se ha visto forzada a aumentar su rango de hábitat a fiordos adyacentes, lo cual implica un impacto a nivel

poblacional, teniendo en cuenta la pequeña cantidad de individuos que están cubriendo una nueva área relativamente grande (Lusseau, 2005).

De esta manera, reconociendo el impacto negativo que ejerce el tránsito desmedido de botes en Bocas del Toro, y especialmente las interacciones negativas entre embarcaciones de WW y delfines, es necesario revisar y cumplir la normatividad para observar a estos mamíferos marinos en el área. El hecho de que la frecuencia de avistamiento de delfines se asocie con la ocurrencia de botes es preocupante, ya que se evidencia que las interacciones entre botes y delfines son constantes. Los cambios de comportamiento demuestran el estrés generado por la interacción con los botes, y el gasto energético que implica la evasión a estas embarcaciones puede poner en riesgo la permanencia del delfín nariz de botella en el Archipiélago. Por tanto, es necesario regular el turismo de observación de delfines, y de esta manera se podría evitar casos como el de Milford Sound, en el cual el decaimiento de la población es una respuesta al cúmulo de interacciones negativas que los delfines soportaron ante el tránsito desmedido de botes de WW (Lusseau, 2003, 2004, 2005). De hecho, según los avistamientos en puntos oceánicos de Isla Popa y en la laguna de Chiriquí, se podría demostrar que la especie puede ampliar su rango de hábitat hacia estas áreas y otras más alejadas como Gandoca-Manzanillo en Costa Rica, la cual le ofrece un ambiente más tranquilo (la tasa de ocurrencia de botes es tres veces menor que en Bocas) (May-Collado y Wartzok, 2008) y de esta forma su residencia en Bocas puede disminuir en un futuro. De esta manera, el turismo de observación también correría un riesgo, y tanto la población de delfines como la humana podrían verse afectadas. Estas son variables que deben tenerse en cuenta para futuros planes de manejo en la región.

9. CONCLUSIONES

En Bocas del Toro existe una población de delfín nariz de botella que consiste en animales transeúntes y residentes. Los delfines residentes muestran una alta ocurrencia y fidelidad al sitio, en tanto que los delfines transeúntes se desplazan por áreas adyacentes a Isla Popa e Isla Colón, desplazándose por regiones oceánicas del Archipiélago hacia otras áreas del Caribe.

Las condiciones ambientales relativamente estables durante las estaciones seca y lluviosa en el Archipiélago de Bocas del Toro favorecen la presencia del delfín nariz de botella en el área. Las variables oceanográficas y geomorfológicas permiten el desarrollo de una gran variedad de organismos marinos en la región, y de esta manera provee a los delfines de un recurso alimenticio importante lo cual asegura su permanencia dentro del Archipiélago.

La bahía Bocatorito es un área crítica y vital para los delfines en Bocas del Toro. Es notable que el uso de hábitat de la especie se concentre en esta área, y la utilice como guardería, ya que proporciona condiciones topográficas, batimétricas y ambientales aptas para realizar actividades de desplazamiento, alimentación y social (relación madre-cría).

La concentración de oxígeno disuelto en Bocas del Toro se mantiene dentro de un rango óptimo que oxigenan de manera significativa las aguas del Archipiélago, demostrando la alta productividad de los ecosistemas marinos que conservan una gran diversidad y abundancia de especies marinas. Adicionalmente, el alto aporte fluvial de aguas lluvias mantienen oxigenadas las aguas de Bocas, constituyendo un ambiente apropiado para organismos marinos, los cuales constituyen una red trófica importante, ampliando el rango dietario del delfín nariz de botella.

La salinidad de las aguas en Bocas del Toro, aunque presenta variabilidad durante todos los meses del año según la estación predominante, parece no afectar la productividad de los ecosistemas, y se mantiene dentro de un rango ideal que puede conservar a los delfines saludables.

La temperatura superficial del agua de Bocas del Toro conserva cálidas las aguas dentro del rango normal beneficioso para el mantenimiento de los ecosistemas marinos, y por ende de la gran diversidad de organismos marinos. De esta manera, las temperaturas cálidas y estables favorecen la presencia de los delfines, ya que permiten el desarrollo adecuado de sus crías, convirtiéndose en un hábitat apropiado para su residencia dentro de Bocas del Toro.

La topografía y geomorfología de Bocas del Toro favorece la presencia de bahías protegidas que permite el desarrollo de las crías de delfín nariz de botella. La batimetría poco profunda de la región define a los delfines como costeros, y favorece tanto la cría de progenie como la alimentación. Actividades alimenticias están asociadas a ecosistemas marinos como arrecifes de coral y praderas de pastos marinos, las cuales se desarrollan en ambientes someros y proveen a los delfines de una gran diversidad de presas.

Los delfines nariz de botella de Bocas del Toro usan el hábitat principalmente para actividades de desplazamiento, alimentación y social. La disponibilidad de alimento mantiene a los delfines en constante movimiento buscando posibles presas. Las actividades sociales incluyen asociaciones entre madres y crías e interacciones reproductivas. Por el contrario actividades de descanso y vagabundeo son poco frecuentes en la región.

El potencial alimenticio para los delfines nariz de botella en Bocas del Toro puede estar dado principalmente por las familias ícticas Mugilidae, Clupeidae, Scombridae y Carangidae, las cuales han sido reportadas en el área y en

contenidos estomacales de delfines nariz de botella alrededor del mundo. En adición a las 219 especies de peces reportadas en la región, se han registrado 650 especies de moluscos y 331 de crustáceos, las cuales amplían el rango dietario de los delfines en el Archipiélago.

El tamaño promedio de grupo consta de seis individuos, y varía según la actividad predominante, siendo las agregaciones relacionadas a comportamientos sociales (interacciones madre-cría) las más grandes. La aparente ausencia de predadores, la uniformidad en la distribución de recursos y la batimetría poco profunda son las variables más importantes que permiten al delfín nariz de botella asociarse en pequeñas agrupaciones dentro del Archipiélago.

Los delfines nariz de botella se distribuyen por todo el área de Bocas del Toro, asociados a ecosistemas marino-costeros altamente productivos. De esta manera la distribución de los delfines está dada por la distribución de presas, las cuales permanecen dentro del Archipiélago debido a las condiciones oceanográficas y productivas de la región, que mantienen sus poblaciones estables y saludables.

El tránsito de botes se ha incrementado con los años en Bocas del Toro, debido al aumento del turismo de observación de cetáceos. Por tanto, las interacciones entre delfines y botes de WW son las más frecuentes. Consecuentemente, la frecuencia de avistamiento de delfines está relacionada con la ocurrencia de botes en Bocas del Toro, evidenciando que las interacciones entre botes y delfines son constantes en la región.

A través de los años se ha observado una tendencia en los delfines de Bocas del toro a reaccionar de forma negativa frente a la presencia de botes, cambiando su comportamiento predominante hacia actividades de desplazamiento y buceo prolongado. De hecho, las actividades de buceo se asocian a horas de la mañana, lapso en el cual el tránsito de botes de WW es

mayor. Adicionalmente, los delfines nariz de botella usan el hábitat principalmente para realizar actividades de desplazamiento, lo cual se describe como una respuesta negativa al tránsito desmedido de botes que sobrelapa con el área de distribución de los delfines. Los cambios de comportamiento demuestran el estrés generado por la interacción con los botes a través del tiempo, adicional al gasto energético que implica la evasión a estas embarcaciones.

Los delfines nariz de botella que habitan en Bocas del Toro usan en menor medida el hábitat para descansar, a pesar que el área es propicia para realizar este tipo de actividad. Esta tendencia muestra el impacto negativo del tránsito excesivo de embarcaciones sobre los delfines, el cual no les permite usar el hábitat para descansar. Por el contrario, actividades sociales como interacciones madre-cría y comportamientos reproductivos parecen no afectarse en mayor medida ante la presencia de botes. El carácter social y curioso de las crías y juveniles les induce a acercarse a los botes durante un encuentro. De manera similar, debido al carácter social y sexual de la especie, encuentros reproductivos parecen no ser afectados durante la interacción con botes.

La respuesta de los delfines hacia la presencia de botes varía según el tipo de acercamiento y la cantidad de botes presentes. Cuando la embarcación se acerca de forma paulatina a un grupo de delfines las respuestas de éstos son neutrales o positivas. Caso contrario ocurre cuando el bote se acerca de manera rápida y dirigida al grupo, evento en el cual los delfines reaccionan negativamente. De manera similar, los delfines tienden a reaccionar de forma negativa cuando el número de botes incrementa durante un encuentro. De esta forma, reconociendo el impacto negativo que ejerce el intensivo tráfico de botes en Bocas del Toro, y especialmente las interacciones negativas entre embarcaciones de WW y delfines, es necesario revisar y cumplir la normatividad para observar a estos mamíferos marinos en el área.

10. RECOMENDACIONES

Se recomienda adelantar investigaciones que involucren los siguientes aspectos:

1. Seguimiento continuo del uso de hábitat de los delfines en Bocas del Toro: Debido a que el Proyecto "Bufeo" sigue vigente, se recomienda realizar un seguimiento continuo acerca del uso de hábitat del delfín nariz de botella y el efecto del tráfico de botes en su comportamiento. Debido a la carencia de datos para el año 2005, puede aplicarse un modelo para conocer cómo fue la distribución y uso de hábitat de los delfines en la región durante este período, y de esta manera darle continuidad a los datos.
2. Rango de hábitat: Los sobrevuelos en Bocas del Toro demostraron que el rango de hábitat de los delfines nariz de botella es más amplio que el área de estudio. Por tanto, ya que el Proyecto Bufeo continúa vigente, es necesario extender el área muestreada con el fin de determinar cuál es el rango de hábitat de la especie en el área de Bocas del Toro, y determinar la manera en que se distribuyen y usan el hábitat adyacente al Archipiélago. Debe tenerse en cuenta las variables de interacción con botes que pueden influenciar su distribución dentro del Archipiélago, de manera que se distribuyan también en regiones oceánicas del Archipiélago y en la Laguna de Chiriquí principalmente en temporada alta de turismo. Ésto sólo podría saberse realizando un estudio de distribución a escala ampliando el área de estudio.
3. Estudios moleculares de la población: Estudios previos en la región muestran que la población de delfín nariz de botella es pequeña, y consta de menos de 300 individuos. El dimorfismo sexual de la especie

no es claro, y por tanto, no se conoce su estructura poblacional. Por tanto es necesario adelantar estudios moleculares que definan la estructura de la población, y evidenciar si existe un flujo genético que mantenga la variabilidad genética de la especie en Bocas. Estudios moleculares podrían esclarecer además si existe un sobrelapamiento con la población de *T. truncatus* que habita en el Refugio de Vida Salvaje de Gandoca-Manzanillo.

4. Captura de presas: Durante este estudio se pudo identificar que la distribución del delfín nariz de botella está influenciada principalmente por la disponibilidad del alimento. De esta manera, comportamientos alimenticios y de desplazamiento fueron predominantes en la región. No obstante, para determinar cuáles son las presas que aseguran la permanencia de los delfines en el Archipiélago se requieren, estudios que logren identificar las especies potenciales como recurso alimenticio. Adicionalmente, alterno a la interacción con botes, se recomienda analizar variables alimenticias que puedan determinar con claridad si esta actividad está afectada por la presencia de botes en la región, lo cual podría ser perjudicial para la población.
5. Posibles predadores: La existencia de marcas de tiburones (aunque pocas) sobre delfines, dan indicios de interacciones entre éstos y grandes escualos, lo cual sugiere la existencia de predadores potenciales aún no reportados en zonas adyacentes al Archipiélago. Por tanto, se recomienda adelantar estudios que demuestren la ausencia o presencia de grandes tiburones en el área.
6. Contaminación auditiva e interacciones entre delfines y botes: Los niveles de rudo debido al tránsito exacerbado de botes en la región afectan la conducta de los delfines. Es necesario adelantar estudios que prioricen en los comportamientos antes, durante y después de la interacción con los botes, para determinar el grado de afectación que el encuentro produce en los delfines. Asumiendo que el número creciente de botes afecta negativamente a los delfines, y determinando la forma en que el ruido afecta los animales, puede acordarse y seguir

lineamientos adecuados para la observación de delfines, manteniendo distancias, número de botes y niveles de ruido adecuados que permitan el desarrollo natural de la especie durante el avistamiento. Adicionalmente, asumiendo que el ruido provocado por el motor de botes puede afectar el comportamiento de otros organismos marinos, se requieren estudios que indiquen de qué forma el ruido puede influir sobre las comunidades animales marinas que habitan en el Archipiélago, para determinar si los niveles de ruido también influyen en la distribución de las presas de *T. truncatus,* y por ende en la distribución de los delfines en Bocas del Toro.

7. Educación ambiental a la población local: Es necesario realizar planes de educación a la comunidad local acerca del impacto que genera el tráfico de botes en la población de delfines. Es evidente que si la población se ve afectada a futuro, el turismo de observación puede correr un riesgo irremediable, y tanto la especie como la comunidad pueden verse afectadas.

11. BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO-GUTIÉRREZ, A. & N. PARKER. 2000. Surface behavior of bottlenose dolphins is related to spatial arrangement of prey. Marine Mammal Science. 16(2): 287-298.

ACEVEDO-GUTIERREZ, A.; DIBERARDINIS, A.; LARKIN, S.; LARKIN, K. & P. FORESTELL. 2005. Social interactions between tucuxis and bottlenose dolphins in Gandoca-Manzanillo, Costa Rica. Latin American Journal of Aquatic Mammals. 4, 49-54.

ACOSTA, C. A., & D. N. ROBERTSON. 2002. Diversity in coral reef fish communities: the effects of habitat patchiness revisited. Mar. Ecol. Prog. Ser. 227:87-96.

ALLEN, M. C. & A. J. READ. 2000. Habitat selection of foraging bottlenose dolphins in relation to boat density near Clearwater, Florida. Marine Mammal Science. 16 :815–824.

ALLEN, M. C.; READ, A. J.; GAUDET, J. & L. S. SAYIGH. 2001. Fine-scale habitat selection of foraging bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* near Clearwater, Florida. Mar. Ecol. Prog. Ser. 222: 253–264.

ANAM. 2001. Plan de Manejo de Parque Nacional Marino Isla Bastimentos. Autoridad Nacional del Ambiente-Dirección Nacional de Patrimonio Natural. Panamá. 128 pp.

_____. 2008. Mapa interactivo, Parques Nacionales de Panamá (En línea) «http://mapserver.anam.gob.pa/website/areasprotegidas/viewer.htm» (Fecha de consulta: 13 de junio de 2008).

ANDRADE, C. A.; BARTON, E. D. & C.N.K. MOOERS. 2003. Evidence for an eastward flow along the Central and South American Caribbean Coast. Journal of Geophysical Research. 108(C6): 11 p.

ARDEN & PRICE y UNIVERSIDAD DE MIAMI. 2008. Atlas de los recursos marino-costeros de Bocas del Toro. Consultoría para la elaboración del Plan de Manejo Marino – Costero integrado de Bocas del Toro, en el Marco del Programa Multifase de Desarrollo Sostenible de Bocas del Toro. Arden & Price Inc. Panamá. 132 pp.

ARONSON, R. B.; MACINTYRE, I. G.; WAPNICK, C. M. & M. W. O'NEILL. 2004. Phase shifts, alternative states, and the unprecedented convergence of two reef systems. Ecology. 85(7): 1876-1891.

AU, W. W. L. 2000. Echolocation in Dolphins. 364-408. En: Au, W. W. L.; Popper, A. N. & R. R. Fay. 2008 (Eds.). Hearing by Whales and Dolphins. Springer-Verlag. New York.

AU, D. & W. PERRYMAN. 1982. Movement and speed of dolphin schools responding to an approaching ship. U.S. Fish. Bull. 371–379.

AUBIN, D. J.; RIDGWAY, S. H.; WELLS, R. S. & H. RHINEHART. 1996. Dolphin thyroid and adrenal hormones: circulating levels in wild and semidomesticated *Tursiops truncatus*, and influence of sex, age, and season. Marine Mammal Science. 12(1): 1-13.

ÁVILA, J. M. 1995. Aspectos biológicos y etológicos de delfines costeros con énfasis en la especie *Sotalia fluviatilis* (Delphinidae) en la Bahía Cispatá,

Caribe colombiano. Trabajo de grado para optar al título de Biólogo Marino. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Cartagena. 369 pp.

AZEVEDO, A. F. & M. VAN SUYS. 2005. Whistles of tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in Brazil. Comparison among populations. Journal of Acoustical Society of America. 117(3): 1456-1464.

AZEVEDO, A. F.; OLIVEIRA, A. M.; DALLA ROSA, L. & J. LAILSON-BRITO. 2007. Characteristics of whistles from resident bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in southern Brazil. J. Acoust. Soc. Am. 121(5 Pt1): 2978-83.

AZZELLINO, A.; GASPARI, S.; AIROLDI, S. & B. NANI. 2008. Habitat use and preferences of cetaceans along the continental slope and the adjacent pelagic waters in the western Ligurian Sea. Deep Sea Research I. 55: 296-323.

BALANCE, L. T. 1992. Habitat use patterns and ranges of the bottlenose dolphin in the Gulf of California, Mexico. Mar. Mamm. Sci. 8: 262–274.

BALMER, B. C.; WELLS, R. S.; NOWACEK, S. M.; NOWACEK; D. P.; SCHWACKE, L. H.; MCLELLAN, W. A.; SCHARF, F. S.; ROWLESW, T. K.; HANSEN, L. J.; SPRADLINW, T. R. & D. A. PABST. Seasonal abundance and distribution patterns of common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) near St. Joseph Bay, Florida, USA. J. Cetacean Res. Manage. 10(2): 157–167.

BARNES, L. G. 1990. The fossil record and evolutionary relationships of the genus *Tursiops.* 3 – 26. En: Leatherwood, S. & R. R. Reeves (Eds.). 1990. The bottlenose dolphin. Academic Press, Inc. San Diego, California. 653 pp.

BARROS, N. B. 1993. Feeding ecology and foraging strategies of bottlenose dolphins on the central east coast of Florida. PhD thesis, University of Miami

BARROS N. B. & D. K. ODELL. 1990. Food habits of bottlenose dolphins in the southeastern United States. 309–328. En: Leatherwood, S. & Reeves R. R. (Eds.) The bottlenose dolphin. Academic Press. San Diego, CA, USA. 653 pp.

BARROS N. B. & R. S. WELLS. 1998. Prey and feeding patterns of resident bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Sarasota Bay, Florida. J. Mammal. 79: 1045–1059.

BARROS, N. B. & M. R. CLARKE. 2002. Diet. 323-327. En: Perrin, W. F.; Würsig, B. & Thewissen J.G.M. (Eds.) Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press. San Diego, CA, USA.

BASTIDA, R. y D. RODRÍGUEZ. 2003. Mamíferos Marinos de Patagonia y Antártida. 1ª ed. Buenos Aires. Vázquez Maziini Editores. 208 pp.

BAUMGARTNER, M. F.; MULLIN, K. D.; MAY, L. N. & T. D. LEMING. 2001. Cetacean habitats in the northern Gulf of Mexico. US. Fish. Bull. 99: 219-239.

BEARZI, M. 2005. Aspects of the ecology and behavior of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Santa Monica Bay, California. J. Cetacean. Res. Mang. 7(1): 75-83.

BEARZI, G. & E. POLITI. 1997. Social ecology of bottlenose dolphins in the Kvarneric (Northern Adriatic Sea). Mar. Mammal Sci. 13(14): 650-668.

BEARZI, G.; NOTARBARTOLO-DI-SCIARA, G. & E. POLITI. 1997. Social ecology of bottlenose dolphins in the Kvarnerić (Northern Adriatic Sea). Marine Mammal Science. 13(4): 650-668.

BEARZI, G.; AGAZZI, S.; BONIZZONI, S.; COSTA, M. & A. AZZELLINO. 2008. Dolphins in a bottle: abundance, residency patterns and conservation of common bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the semi-closed eutrophic

Amvrakikos Gulf, Greece. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 18, 130–146.

BEARZI, G.; AZZELLINO, A.; POLITI, E.; COSTA, M. & M. BASTIANINI. 2008*b.* Influence of Seasonal Forcing on Habitat Use by Bottlenose Dolphins *Tursiops truncatus* in the Northern Adriatic Sea. Ocean Science Journal. 43(4): 175-182.

BEARZI, G.; FORTUNA, C. M. & R. REEVES. 2008*c.* Ecology and conservation of common bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the Mediterranean Sea. Mammal Rev. Journal compilation. 32 pp.

BEJDER, L. & SAMUELS, A. 2003. Evaluating the effects of nature-based tourism on cetaceans. 229-256. En: Gales, N.; Hindel, M. & Kirkwood, R. (Eds.) 2003. Marine Mammals: Fisheries, Tourism and Management Issues. CSIRO Publishing, Collingwood.

BEJDER, L.; DAWSON, S. M., & J. A., HARRAWAY. 1999. Responses by Hector's dolphins to boats and swimmers in Porpoise Bay, New Zealand. Marine Mammal Science. 15: 738–750.

BEJDER, L.; SAMUELS, A.; WHITEHEAD, H. & N. GALES. 2006. Interpreting short-term behavioural responses within a longitudinal perspective. Animal Behaviour. 72: 1149–1158.

BEL'KOVICH, V. M.; IVANOVA, E. E.; YEFREMENKOVA, O. V.; KOZAROVITSKY, L. B. & S. P. KHARIOTONOV. 1978. Dolphin Herd Structure. En: Prior, K. y Norris, K. (Eds). 1991. Dolphin Societies, Discoveries and Puzzles. University of California Press. Oxford, England. 397 pp.

BEN W., D. R. 1995. The ecology of bottlenose dolphins in the Moray Firth, Scotland: a population at the Northern extreme of the species' range. Thesis of Doctor of Philosophy. University of Aberdeen. Scotland. 201 pp.

BERNAL S., J. A.; DÍAZ LÓPEZ, B.; MÉNDEZ F., P.; BILBAO P., A & J. I. DÍAZ D'A SILVA. 2006. Analysis of diving behaviour of a solitary male bottlenose dolphin in the inshore waters of Galicia (Spain). 20th Annual Conference ECS Gdynia, Poland - European Cetacean Society. Abstract.

BERNAL, G.; POVEDA, G.; ROLDÁN, V. & C. ANDRADE. 2006. Patrones de variabilidad de las temperaturas superficiales del mar en la Costa Caribe Colombiana. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 30 (115):195-208. ISSN 0370-3908.

BISHOP, C. M. 1999. The maximum oxygen consumption and aerobic scope of birds and mammals: getting to the heart of the matter. Proc. Biol. Sci. 266: 2275–228.

BROTONS, J. M.; GRAU, A. M. & L. RENDELL. 2008. Estimating the impact of interactions between bottlenose dolphins and artisanal fisheries around the Balearic Islands. Marine Mammal Science. 24(1): 112–127.

BUCKSTAFF, K. C. 2004. Effects of watercraft noise on the acoustic behavior of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota Bay, Florida. Mar. Mamm. Sci. 20 (4): 709-725.

BURGER, J. & M. GOCHFELD. 1992. Effect of group size on vigilance while drinking in the coati, *Nasua narica*, in Costa Rica. Anim. Behav., 44: 1053-1057.

BURNEY, D. A.; JAMES, H. F.; BURNEY, L. P.; OLSON, S. L.; KIKUCHI, W.; WAGNER, W. L.; BURNEY, M.; MCCLOSKEY, D.; KIKUCHI, D.; GRADY, F. V.; GAGE II, R. & R. NISHEK. 2001. Fossil evidence for a diverse biota from Kaua'i and its transformation since human arrival. Ecological Monographs. 71: 615-641.

CALDWELL, M. C. & D. K. CALDWELL. 1972. Behavior of marine mammals. 419-465. En: Ridgway, S. H. (Ed.) 1972. Mammals of the sea: Biology and medicine. C. C. Thomas. Springfield, IL.

CALDWELL, M.; GAINES, M. S.; ROSEL, P. & C. H. HUGHES. 2001. Behavioral and genetic data clearly distinguish three parapatric *Tursiops truncatus* populations. Abstract. The 14th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. November 28 - December 3, 2001. Vancouver, B.C., Canada.

CALEY, M. J.; BUCKLEY, K. A. & G. P. JONES. 2001. Separating ecological effects of habitat fragmentation, degradation, and loss on coral commensals. Ecology. 82: 3435-3448.

CAMPBELL, G. S.; BILGRE, B. A. & R. H. DEFRAN. 2002. Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Turneffe Atoll, Belize: occurrence, site fidelity, group size, and abundance. Aquat. Mamm. 28:170-180.

CAÑADAS, A.; SAGARMINAGA, R. & S. GARCÍA-TISCAR. 2002. Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain. Deep Sea Research I. 49: 2053–2073.

CAÑADAS, A.; SAGARMINAGA, R.; DE STEPHANIS, R.; URQUIOLA, E. & P. S. HAMMOND. 2005. Habitat selection modelling as a conservation tool: proposals for marine protected areas for cetaceans in southern Spain. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 15: 495–521.

CARWARDINE, M.; HOYT, E.; FORDISE, R. E. & P. GILL. 1998. Whales, dolphins & porpoises. Time Life Books. Hong Kong. 288 pp.

CARRUTHERS, T.J.B.; BARNES, P. A. G.; JACOME, G. E. & J. W. FOURQUREAN. 2005. Lagoon scale processes in a coastally influenced

Caribbean system: Implications for the seagrass *Thalassia testudinum*. Caribbean Journal of Science 41(3): 441-455.

CHRISTIANSEN, F.; LUSSEAU, D.; STENSLAND, E. & P. BERGGREN. 2010. Effects of tourist boats on the behaviour of Indo-Pacific bottlenose dolphins off the south coast of Zanzibar. Endangered Species Research. 11: 91–99.

CIESM. California Institute of Electronics and Material Science. 2004. Investigating the roles of cetaceans in marine ecosystems. Workshoop Monograph No 25. Mónaco. 144 pp.

CITES. 2008. CITES species database: *Tursiops truncatus.* CITES Identification Manual A-111.002.014.002. (www.cites.org). 46 pp.

COATES, A. G., & J. B. C. JACKSON. 1998. Neogene sedimentary basins of Costa Rica and Panama. 11th Conference Inter. Bryozoology Association. Panama. 39 pp.

COATES, A. G.; MCNEILL D. F.; AUBRY M-P.; BERGGREN W. A. & L. S. COLLINS. 2005. An Introduction to the Geology of the Bocas del Toro Archipelago, Panama. Caribbean Journal of Science. 41 (3): 374-391.

COCKCROFT, V. G.; CLIFF, G & G. J. B. ROSS. 1989. Shark predation on Indian Ocean bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* off Natal, South Africa. South African Journal of Zoology. 24: 305-310.

COCKCROFT, V. G. & G. J. B. ROSS. 1990. Age, growth, and reproduction of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* from the east coast of southern Africa. Fishery Bulletin. 88 (2): 289-302.

COCKCROFT, V. G. & W. SAUER. 1990. Observed and inferred epimeletic (nurturant) bahaviour in bottlenosed dolphins. Acuatic Mammals. 16(1): 31-32.

COLLIN, R. 2005. Ecological Monitoring and Biodiversity Surveys at the Smithsonian Tropical Research Institute's Bocas del Toro Research Station. Caribbean Journal of Science. 41 (3): 367-373.

COLLIN, R.; DÍAZ, M. C.; NORENBURG, J.; ROCHA, R. M.; SÁNCHEZ, J. A., SCHULZE, A., SCHWARTZ, M. & A. VALDÉS. 2005. Photographic Identification Guide to Some Common Marine Invertebrates of Bocas Del Toro, Panama. Caribbean Journal of Science. 41 (3): 638-707.

COLLINS, L. S.; BUDD, A. F. & A. G. COATES. 1996. Earliest evolution associated with closure of the Tropical American Seaway. Proc. Nat. Acad. Sci. 93: 6069-6072.

COMBATT, J. A. Y E. GONZÁLES. 2007. Ocurrencia y distribución del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) en las costas de Dibulla, Baja Guajira, durante el período de agosto a diciembre de 2005. Tesis de grado para optar al título de biólogo marino. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 52 pp.

CONNOR, R. 2000. Cetacean societies: field studies of dolphins and whales. Chicago. University of Chicago Press.

CONNOR, R. C. & R. A. SMOLKER. 1985. Habituated dolphins (*Tursiops* sp.) in Western Australia. Journal of Mammalogy. 66: 398-400.

_____. 1990. Quantitative description of a rare behavioral event: a bottlenose dolphin's toward her deceased offspring. 355-360. En: Leatherwood, S. & Reeves, R. R. (Eds.). The bottlenose dolphin. Academic Press. San Diego, California, EEUU. 653 pp.

CONNOR, R. C.; WELLS, R.; MANN, J. & A. READ. 2000. The bottlenose dolphins: social relationships in a fission-fusion society. En: Mann, J.; Connor, R.; Tyack, P. & Whitehead, H., (Eds). 2000. Cetacean Societies: Field Studies of Whales and Dolphins. University of Chicago Press. Chicago. 91-126.

CONSTANTINE, R. 2001. Increased avoidance of swimmers by wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) due to longterm exposure to swim-with-dolphin tourism. Mar. Mamm. Sci. 17: 689–702.

CORKERON, P. J.; MORRIS, R. J. & M. M. BRYDEN. 1987. Interactions between bottlenose dolphins and sharks in Moreton Bay, Queensland. Aquatic Mammals. 13: 109-113.

CORKERON, P.J., M.M. BRYDEN & K.E. HEDSTROM. 1990. Feeding by bottlenose dolphins in association with trawling operations in Moreton Bay, Australia. 329-336. En: Leatherwood, S. & Reeves, R. R. (Eds.). The bottlenose dolphin. Academic Press. San Diego, California, EEUU. 653 pp.

CORREDOR J. E., & J. M. MORRELL. 2001. Seasonal variation of physical and biogeochemical features in eastern Caribbean Surface Water. J. Geophys. Res. 106: 4517-4525.

COWEN, R. K. 2002. Larval dispersal and retention and consequences for population conectivity. En: Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem. Ed. P. F. Sale Academic Press. 149-170. San Diego, California, EEUU.

CRESPO, E. A.; GARCÍA, N. A.; DANS, S. L. y PEDRAZA, S. N. sf. Atlas de sensibilidad ambiental de la Costa y el Mar Argentino - Mamíferos marinos: *Tursiops truncatus.* CONICET, Proyecto Marino Patagónico, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Argentina. 6 pp.

CRIBB, N.; MILLER, C. & L. SEURONT. 2008. Assessment of bottlenose dolphin (*Tursiops aduncus*) habitat characteristics in the estuarine waters of the Adelaide Dolphin Sanctuary, South Australia. Journal of Marine Animals and their Ecology. 1(1): 5-7.

CUBERO-PARDO, P. 2007. Environmental factors governing the distribution of the bottlenose (*Tursiops truncatus*) and the spotted dolphin (*Stenella attenuata*) in Golfo Dulce, South Pacific, off Costa Rica. Invest. Mar. Valparaíso. 35(2): 15-23.

CULIK, B. M. 2004. Review of small cetaceans: Distribution, behavior, migration, and threats. Marine Mammal Action Plan, Regional Seas Reports and Studies. 177: 315-324.

CURREY, R. J. C.; DAWSON, S. M.; SLOOTEN, E.; SCHNEIDER, K.; LUSSEAU, D.; BOISSEAU, O. J.; HAASE, P. & WILLIAMS, J. A. 2008. Survival rates for a population of bottlenose dolphins: an information theoretic approach to assessing the role of human impacts. Aquat. Conserv. 19: 658–670.

CURRY, B. E. 1997. Phylogenetic relationships among bottlenose dolphins (Genus *Tursiops*) in a worldwide context. Ph.D. Dissertation. Texas A&M University.

CURRY, B. E. & J. SMITH. 1998. Phylogeographic structure of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*): Stock identification and implications for management. En: Dizon, A. E.; Chivers, S. J. & Perrin, W. F. (Eds.). 1998. Molecular genetics of marine mammals. Special Publication Number 3. The Society for Marine Mammalogy. Lawrence, KS. 227-247.

CURRY, B. E.; MILINKOVITCH, M.; SMITH, J. & A. E. DIZON. 1995. Stock structure of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. Abstracts, Eleventh

Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, December 1995. The Society for Marine Mammalogy. Orlando, FL. 14-18.

D'CROZ, L. 1993. Status and Uses of Mangroves in the Republic of Panama. Technical report of the project conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and Africa. Part 1. Latin America. International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japan / International Tropical Timber Organization, Tokyo, Japan. Pp 115-127.

D'CROZ, L & D. R. ROBERTSON. 2007. Condiciones oceanográficas costeras que afectan a los arrecifes de coral en ambos lados del Istmo de Panamá. En: Leigh Jr., E. G.; Allen, E.; Jackson, J. & Santos-Granero, F. (Eds.). 2007. Ecología y evolución en los trópicos. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales.Balboa, Panamá. 309-317.

D'CROZ, L; ROBERTSON, D. R. & J. A. MARTÍNEZ. 1999. Cross-shelf distribution of nutrients, plankton, and fish larvae in the San Blas Archipelago, Caribbean Panamá. Rev. Biol. Trop. 47(1-2): 203-215.

D'CROZ, L.; DEL ROSARIO, J. B. & P. GÓNDOLA. 2005. The Effect of Fresh Water Runoff on the distribution of dissolved inorganic nutrients and plankton in the Bocas del Toro Archipelago, Caribbean Panama. Caribbean Journal of Science. 41 (3): 414-429.

DAVIS, R. W.; ORTEGA-ORTIZ, J. G.; RIBI, C.A.; EVANS, W.E.; BIGGS, D.C.; RESSLER, P. H.; CADY, R. B.; LEBEN, R. R.; MULLIN, K. D. & B. WÜRSIG. 2002. Cetacean habitat in the northern oceanic Gulf of Mexico. Deep Sea Research I. 49: 121-142.

DEFRAN, R. H. & D. W. WELLER. 1999. Occurrence, distribution, site fidelity, and school size of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) off San Diego, California. Marine Mammal Science. 15: 366–380.

DEFRAN, R. H.; WELLER, D. W.; KELLY, D. L. & M. A. ESPINOSA. 1999. Range characteristics of Pacific coast bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Southern California Bight. Mar Mamm Sci 15: 381- 402.

DÍAZ LÓPEZ, B. 2006. Interactions between Mediterranean bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and gillnets off Sardinia, Italy. ICES Journal of Marine Science. 63: 946-951.

_____. 2006*b*. Bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) predation on a marine fin fish farm: some underwater observations. Aquatic Mammals. 32: 305–310.

DÍAZ L., B. y J. A. BERNAL. 2006. Estudio multiescalar de la influencia de la acuicultura en la presencia de Delfines Mulares *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). Comunicación Científica - CIVA (http://www.civa2006.org). 282-290.

_____. 2007. Marine aquaculture and bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) social structure. Behavioral Ecology and Sociobiology. 62(6): 887-894.

DOAK, D., KAREIVA, P. & B. KLEPETKA. 1994. Modeling population viability for the desert tortoise in the western Mojave Desert. Ecological Applications. 4: 446-460.

DOMINICI-AROSEMENA A. & WOLFF, M. 2005. Reef fish community structure in Bocas del Toro (Caribbean, Panama): Gradients in habitat complexity and exposure. Caribbean Journal of Science. 41(3): 613-637.

DUFFIELD, D. A.; RIDGWAY, S. H. & L. H. CORNELL. 1983. Hematology distinguishes coastal and offshore forms of dolphins (*Tursiops*). Canadian Journal of Zoology. 61:930-933.

DUFOUR, V.; PLANES, S. y P. DOHERTY. 1995. Los peces de los arrecifes de coral. Mundo Científico. 160(15): 736-743.

EGUCHI, T. 2003. A hierarchical bayes approach to capture-recapture abundance estimation. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Biological Sciences. Montana State University. Bozeman, Montana. 201 pp.

ERDMAN, D. 1970. Marine mammals from Puerto Rico to Antigua. Journal Mammals. 51(3): 636-639.

EVANS, P. G. 1992. Status review of cetaceans in British and Irish waters. Report to the Department of the Environment. Sea Watch Foundation. Okford. 98 pp.

EVANS, W. E, 1994. Common dolphin, white-belliedporpoise *Delphinus delphis* (Linnaeus, 1758) 191-224. En: Ridgeway, S. H. & Harrison, R. 1994. Handbook of marine mammals. The first book of dolphins, Volume 5. Academic Press. London.

FAZIOLI, K. L.; HOFMANN, S. & R. S. WELLS. 2006. Use of Gulf of Mexico Coastal Waters by Distinct Assemblages of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*). Aquatic Mammals. 32(2): 212-222.

FÉLIX, F. 1994. A case of epimeletic behavior in a wild bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* in the Gulf of Guayaquil, Ecuador. Investigations on Cetacea. 15: 227-234.

_____. 1994. Ecology of the coastal bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* in the Gulf of Guayaquil, Ecuador. Investigations on Cetacea. 15: 235-256.

_____. 1997. Organization and social structure of the coastal bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* in the Gulf of Guayaquil, Ecuador. Aquatic Mammals. 23,1: 1-16.

FELLER, I. C. 1995. Effects of nutrient enrichment on growth and herbivory of dwarf red mangrove (*Rhizophora mangle*). Ecological Monographs. 65(4): 477-505.

FELLER, I. C.; WHIGHAM, D: F.; O'NEILL,J. P. & K. M. MCKEE. 1999. Effects of nutrient enrichment on within-stand nutrient cycling in mangrove ecosystems in Belize. Ecology. 80: 2193-2205.

FERGUSON, M. C.; BARLOW, J.; FIEDLER, P.; REILLY, S. B. & T. GERRODETTE. 2006. Spatial models of delphinid (family Delphinidae) encounter rate and group size in the eastern tropical Pacific Ocean. Ecol. Model. 193: 645-662.

FINDLAY, K. 1998. Aspects of whale watching of right whales off South Africa. Rep. Int. Whal. Commn. (SC/M98/RW17).

FLÓREZ, L.; CAPELLA, J. & P. FALK. 2004. Guía de campo de los mamíferos acuáticos de Colombia. Editorial Sepia. Santiago de Cali. 124 pp.

FOOTE, A. D.; OSBORNE, R. W. & A. R. HOEZEL. 2004. Whale-call response to masking boat noise. Nature. 428(29): 910.

GAMBOA-POVEDA, M. & L. MAY-COLLADO. 2006. Insights on the occurrence, residency, and behaviour of two coastal dolphins from Gandoca-Manzanillo, Costa Rica: *Sotalia guianensis* and *Tursiops truncatus* (family Delphinidae). International Whale Commission (IWC)'s Scientific Committee Documents. 9 pp.

GANNIER, A. 1995. Les cétacés de Méditerranée nord-occidentale: estimation de leur abondance et mise en relation de la variation saisonnière de leur distribution avec l'écologie du milieu. Master thesis. Ecole Pratique des Hautes Etudes, Montpellier, France.

GARCÍA, C. 1998. Movimiento y uso de hábitat de los delfines costeros *Sotalia fluvialitis* y *Tursiops truncatus* en la Bahía de Cispatá, Atlántico colombiano. Tesis de grado para optar al título de Biólogo. Universidad de los Andes. Bogotá. 43 pp.

GASKIN, D. E. 1972. Whales, dolphins and seals. Heinneman Educational Books, Auckland.

_____. 1982. The Ecology of Whales and Dolphins. Heinemann Educational Books. Portsmouth. 459 pp.

GERRODETTE, T. & W.G. GILMARTIN. 1990. Demographic consequences of changed pupping and hauling sites of the Hawaiian monk seal. Conservation Biology. 4: 423-430.

GIBSON, Q. A. & J. MANN. 2008. The size, composition and function of wild bottlenose dolphin (*Tursiops* sp.) mother-calf groups in Shark Bay, Australia. Animal Behaviour. 76: 389-405.

GÓMEZ DE SEGURA, A. HAMMOND, P. S. & J. A. RAGA. 2008. Influence of environmental factors on small cetacean distribution in the Spanish Mediterranean. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 8 pp.

GRELLIER, K.; HAMMOND, P. S.; WILSON, B.; SANDERS-REED, C. A., & P.M. THOMPSON. 2003. Use of photo-identification data to quantify mother-calf

association patterns in bottlenose dolphins. Canadian Journal of Zoology 81: 1421-1427.

GRIFFIN, R. B. & N. J. GRIFFIN. 2003. Distribution, habitat partitioning, and abundance of Atlantic spotted dolphins, bottlenose dolphins, and loggerhead sea turtles on the eastern Gulf of Mexico continental shelf. Gulf of Mexico Science. 23-34.

GRIGG, E. & H. MARKOWITS. 1997. Habitat use by bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) at Turneffe Atoll, Belize. Aquatic Mammals. 23(3): 163-170.

GUBBINS, C. 2002. Use of home ranges by resident bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in a South Carolina estuary. Journal of Mammalogy 83: 178-187.

GULLAND, F.; NUTTER, F. B.; DIXON, K.; CALAMBOKIDIS, J.; SCHORR, G.; BARLOW, J.; ROWLES, T.; WILKIN, S.; SPRADLIN, T.; GAGE, L.; MULSOW, J.; REICHMUTH, C.; MOORE, M.; SMITH, J.; FOLKENS, P.; HANSER, S.F.; JANG, S.; BAKER, C. S. 2008. Health assessment, antibiotic treatment, and behavioral responses to herding efforts of a cow-calf pair of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Sacramento River Delta, California. Aquat. Mamm. 34: 182–192.

GUZMÁN, H. M., y C. GUEVARA. 1998. Arrecifes coralinos de Bocas del Toro, Panamá: II. Distribución, estructura y estado de conservación de los arrecifes de las islas Bastimentos, Solarte, Carenero y Colón. Rev. Biol. Trop. 46: 893-916.

GUZMÁN, H. M; BARNES, P.; LOVELOCK, C. & I. C. FELLER. 2005. A Site Description of the CARICOMP Mangrove, Seagrass and Coral Reef Sites in Bocas del Toro, Panama. Caribbean Journal of Science. 41 (3): 430-440.

GYORY, J.; MARIANO, A. J. & E. H. RYAN. 2010. The Caribbean Current. (En línea) «http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/caribbean/caribbean.html» (Fecha de consulta: 11 de abril de 2010).

HALLOCK, P. 1988. Interoceanic differences in foraminifera with symbiotic algae: a result of nutrient supply? Proc. 6th Int. Coral Reef Symp. 3: 251-255.

HAMMOND, P. S. & P. M. THOMPSON 1991. Minimum estimate of the number of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the Moray Firth, NE Scotland. Biological Conservation. 56: 79-87.

HAMMOND, P.S., BEARZI, G., BJØRGE, A., FORNEY, K., KARCZMARSKI, L., KASUYA, T., PERRIN, W.F., SCOTT, M.D., WANG, J.Y., WELLS, R.S. & WILSON, B. 2008. *Tursiops truncatus*. En: IUCN. 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2. (En línea) «www.iucnredlist.org» (Fecha de consulta: 7 de febrero de 2010).

HASTIE, G. D.; WILSON, B.; TUFFT, L. H. & P. M., THOMPSON. 2003. Bottlenose dolphins increase breathing synchrony in response to boat traffic. Mar. Mamm. Sci. 19: 74–84.

HASTIE, G. D.; WILSON, B.; WILSON, L. J.; PARSONS, K. M. & P. M. THOMPSON. 2004. Functional mechanisms underlying cetacean distribution patterns: Hotspots for bottlenose dolphins are linked to foraging. Marine Biology. 144: 397-403.

HEITHAUS, M. R. 2001. Shark attacks on bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) in Shark Bay, Western Australia: attack rate, bite scar frequencies, and attack seasonality. Marine Mammal Science. 17(3): 526-539.

_____. 2001*b.* Predator-prey and competitive interactions between sharks and cetaceans: A review. Journal of Zoology. London. 253: 53-68.

_____. 2001*c*. The biology of tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*) in Shark Bay, Western Australia: sex ratio, size distribution, diet, and seasonal changes in catch rates. Environmental Biology of Fishes. 61: 25–36.

_____. 2001*d*. Predator–prey and competitive interactions between sharks (Order Selachii) and dolphins (Suborder Odontoceti): a review. Journal of Zoology (London) 253: 53–68.

HEITHAUS, M. R. & L. M. DILL. 2002. Food availability and tiger shark predation risk influence bottlenose dolphin habitat use. Ecology. 83(2): 480–491.

HENNINGSEN, T. & B. WÜRSIG. 1991. Interactions between humans and dolphins in Galveston Bay, Texas. En: Whales: Biology—Threats—Conservation (Symposium proceedings). 1991. Brussels, Belgium. 5–7 June. 135–140.

HERSH, S. L. & D. A. DUFFIELD. 1990. Distinction between Northwest Atlantic offshore and coastal bottlenose dolphins based on hemoglobin profile and morphometry. En: Leatherwood, S. & Reeves, R. R. (Eds.) 1990. The bottlenose dolphin. Academic Press, Inc. San Diego, California. 653 pp.

HERSH, S. L., ODELL, D. K. & E. D. ASPER. 1990. Bottlenose dolphin mortality patterns in the Indian/Banana river system in Florida. 155-164. En: Leatherwood, S. & Reeves, R. R. (Eds.) 1990. The bottlenose dolphin. Academic Press, Inc., San Diego, California. 653 pp.

HOELZEL, A. P. 1998. Genetic structure of cetacean populations in sympatry, parapatry, and mixed assemblages: implications for conservation policy. The Journal of Heredity. 89(5): 451-458.

HOHN, A. 1997. Design for a multiple-method approach to determine stock structure of bottlenose dolphins in the mid-Atlantic. Report of a workshop, 11-12 February 1997. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-401. 22 pp.

HOHN, A., M. SCOTT, R. WELLS, J. SWEENEY, AND A. B. L. IRVINE. 1989. Growth layers in teeth from free-ranging, known-age bottlenose dolphins. Marine Mammal Science. 5: 315–42.

HOYT, E. 2001. Whale watching: Worldwide tourism numbers, expenditures, and expanding socioeconomic benefits. Yarmouth Port, MA: International Fund for Animal Welfare.

_____. 2002. Whale watching. En: Perrin, W. R.; Würsig, B. & Thewissen, J. G. (Eds.). 2002. Encyclopedia of marine mammals. Academic Press. San Diego, California. 1305-1310.

HOYT, E. & G. T. HVENEGAARD. 2002. A review of whale-watching and whaling with applications for the Caribbean. Coastal Management. 30: 381–399.

HUH, C. 2007. Description: Size comparison of an average human against the Bottlenose dolphin. (En línea) «http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bottlenose_dolphin_size.svg» (Fecha de consulta: 28 de septiembre de 2009).

IFAW, Tethys Research Institute, and Europe Conservation. 1996. Report of the Workshop on the Scientific Aspects of Managing Whale Watching. Crowborough, UK: International Fund for Animal Welfare.

INGRAM, S. N. 2000. The ecology and conservation of bottlenose dolphins in the Shannon estuary, Ireland. PhD thesis. University College Cork. Ireland

INGRAM, S. N. & E. ROGAN. 2002. Identifying critical areas and habitat preferences of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). Mar. Ecol. Prog. Series. 244: 247-255.

INMAN, A. J. & J. KREBS. 1987 Predation and group living. Trends Ecol. Evol. 2: 31-32.

IWC INTERNATIONAL WHALING COMMISSION. 1994. Forty-fourth report of the International Whaling Commission. Cambridge: IWC.

_____. 1995. Forty-fifth report of the International Whaling Commission. Cambridge: IWC.

IRVINE, A. B.; SCOTT, M. D., WELLS, R. S. & J. H. KAUFMANN. 1981. Movements and activities of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus,* near Sarasota, Florida. Fishery Bulletin, U.S. 79: 671-688.

JEFFERSON, T.; LEATHERWOOD, S. & M. WEEBBER. 1993. FAO Species Identification Guide Marine Mammals of the World. Roma. 320 pp.

KARCZMARSKI, L.; COCKCROFT, V.; A. McLACHLAN. 2000. Habitat use and preferences of indo-pacific humpback dolphins *Sousa chinensis* in Algoa Bay, South Africa. Society for Marine Mammalogy. Marine Mammal Science. 16(1): 65-79.

KATONA, S. & H. WHITEHEAD. 1988. Are Cetacea ecologically important?. Oceanography and Marine Biology Annual Review. 26: 553-568.

KENNEY, R. D. 1990. Bottlenose dolphins off the northeastern United States. En: Leatherwood, S. & Reeves, R. R. (Eds.) 1990. The bottlenose dolphin. Academic Press, Inc. San Diego, California. 653 pp.

KENNEY, R. D. & S. D. KRAUS. 1993. Right whale mortality – A correction and an update. Marine Mammal Science. 9: 445-446.

KERR, K.; DEFRAN, R. & G. CAMPBELL. 2005. Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Drowned Cayes, Belize: Group size, site fidelity and abundance. Caribbean Journal of Science. 41(1): 172-177.

KIEFNER, R. 2002. Guía de cetáceos del mundo. Grupo editorial M & G diffusion. Madrid. 305 pp.

KRAUS, S. D. 1990. Rates and potential causes of mortality in North Atlantic right whales (*Eubalaena glacialis*). Marine Mammal Science. 6: 278-291.

KRUSE, S. 1991. The interactions between killer whales and boats in Johnstone Strait, B.C. En: Pryor, K. & Norris, K. S. (Eds.). 1991. Dolphin societies. University of California Press. Berkeley, California. 149-159.

LAPOINTE, B. E.; LITTLER, M. M. & D. S. LITTLER. 1992. Modification of benthic community structure by natural eutrophication: the Belize Barrier Reef. Proc. 7th Int. Coral Reef Symp. 1: 323-334.

LEATHERWOOD, S. & R. R. REEVES. 1983. The Sierra club handbook of whales and dolphins. Sierra Club Books. San Francisco, California. 301 pp.

LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R.; PERRIN, W. F. & W. E. EVANS. 1988. Whales, dolphins, and porpoises of the eastern north Pacific and adjacent Arctic waters. Dover Publications, Inc. New York, New York.

LEMAY, M. H. 1998. Coastal and marine resources management in Latin America and the Caribbean. Technical Study. Washington, D.C. N ENV-129. 62 pp.

LEMON, M.: LYNCH, T. P.; CATO, D. H. & R. G. HARCOURT. 2006. Response of travelling bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) to experimental approaches by a powerboat in Jervis Bay, New South Wales, Australia. Biological Conservation. 127: 363–372.

LESAGE, V.; BARETTE, C.; KINGSLEY, M. & B. SJARE. 1999. The effect of vessel noise on the vocal behavior of belugas in the St. Lawrence River estuary, Canada. Mar. Mamm. Sci. 15(1): 65-84.

LICHTER, A. A. 1992. Huellas en la arena, sombras en el mar. Los mamíferos marinos de la Argentina y la Antártida. Terra Nova. Buenos Aires, Argentina. 288 pp.

LOCKYER, C. H. & R. J., MORRIS. 1990. Some observations on wound healing and persistence of scars in *Tursiops truncatus.* En: Hammond, P. S.; Mizroch, S. A. & Donovan, G. P. (Eds.). 1990. Individual recognition of cetaceans, use of Photo-identification and other techniques to estimate population parameters. Report International Whaling Commission, Special Issue 12. Cambridge. 113-118.

LOTT, R. Group size, social associations and resident patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Cardigan Bay, Wales. Thesis M.Sc. School of Biological Sciences, University of Wales, Bangor. 90 pp.

LUSSEAU, D. 2003. Male and female bottlenose dolphins *Tursiops* spp. have different strategies to avoid interactions with tour boats in Doubtful Sound, New Zealand. Mar. Ecol. Prog. Ser. 257: 267–274.

_____. 2003*b.* The effects of tour boats on the behavior of bottlenose dolphins: using Markov chains to model anthropogenic impacts. Conservation Biology. 17: 1785–1793.

_____. 2004. The hidden cost of tourism: detecting long-term effects of tourism using behavioral information. Ecology and Society. 9: 2. http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art2

_____. 2005. Residency pattern of bottlenose dolphins *Tursiops* spp. in Milford Sound, New Zealand, is related to boat traffic. Mar. Ecol. Prog. Ser. 295: 265–272.

_____. 2006. Why do dolphins jump? Interpreting the behavioral repertoire of bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.) in Doubtful Sound, New Zealand. Behavioral Processes. 73: 257-265.

LUSSEAU D.; SLOOTEN, E.; DAWSON, S. M. & J. E. S. HIGHAM. 2002. The effects of tourism activities on bottlenose dolphins (*Tursiops* spp.) in Fiordland. Department of Conservation, Wellington.

LUSSEAU D.; SLOOTEN, E. & R. J. CURREY. 2005. Unsustainable dolphin watching activities in Fiordland, New Zealand. Tourism. Mar. Environ. 3: 173–178.

MANN, J. 2000. Untraveling the dynamics of social life: long-term studies and observational methods. En: Mann, J.; Connor, R.; Tyack, P & Whitehead, H., (Eds.) 2000. Cetacean Societies: Field Studies of Whales and Dolphins. University of Chicago Press. Chicago. 45-64.

MANN, J.; CONNOR, R. C.; BARRE, L. M.; & M. R. HEITHAUS. 2000. Female reproductive success in bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.): life history, habitat, provisioning, and group-size effects. Behavioral Ecology, 11(2): 210-219.

MANN, J. & J. WATSON-CAPPS. 2005. Surviving at sea: Ecological and behavioral predictors of calf mortality in Indian Ocean bottlenose dolphins, *Tursiops* sp. Animal Behaviour. 69(4): 899-909.

MAREIKE, S. 2003. The social affiliation and group composition of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the outer southern Moray Firth, NE Scotland. Thesis, Master of Science. School of Biological Sciences. University of Wales. Bangor. 85 pp.

MARMONTEL, M. S.; HUMPHREY, R. & T. J. O'SHEA. 1997. Population viability analysis of the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*), 1976-1991. Conservation Biology. 11: 467-481.

MARTIN, A. R. 1990. Whales and dolphins. Salamander Books Ltda. London & New York. 192 pp.

MATTSON, M. C.; THOMAS, J. A.; & D. St. AUBIN. 2005. Effect of boat activity on the behavior of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in Waters surrounding Hilton Head Island, South Carolina. Aquatic Mammals. 31(1): 133-140.

MAY-COLLADO, L. 2007. Status of the bottlenose dolphins from Bocas del Toro, Panamá: implications for future local conservation and management plans. Propuesta Proyecto STRI. 10 pp.

MAY-COLLADO, L. 2007*b*. Phylogenetic and ecological significance in the evolution of cetacean tonal sounds. PhD Thesis. Florida International University, Department of Biological Sciences. Miami, Florida.

MAY-COLLADO, L. J. & D. WARTZOK. 2008. A comparison of bottlenose dolphin whistles in the Atlantic Ocean: insights on factors promoting whistle variation. J. Mammal. 89: 1229-1240.

MAY-COLLADO, L. J.; AGNARSSON, I.; PALACIOS, D.; TAUBITZ, E. & D. WARTZOK. 2007. The status of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*)

population of Bocas del Toro, Panama: preliminary results based. IRLJMCKETOBOCAS. htpp://www.delphinids.com

MEAD, J. G. & C. W. POTTER. 1990. Natural history of bottlenose dolphins along the central Atlantic coast of the United States. En: Leatherwood, S. & Reeves, R. R. (Eds.) 1990. The bottlenose dolphin. Academic Press, Inc. San Diego, California. 653 pp.

_____. 1995. Recognizing two populations of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) off the Atlantic coast of North America: morphologic and ecology considerations. IBI Rep. 5: 31-44.

MENDES, S.; TURREL, W.; LÜTKEBOHLE, T. & P. Thompson. 2002. Influence of the tidal cycle and a tidal intrusion front on the spatio-temporal distribution of coastal bottlenose dolphins. 239: 221–229.

MIGNUCCI-GIANNONI, A. 1998. Zoogeography of cetaceans off Puerto Rico and the Virgins Islands. Caribbean Journal of Science. 34(3-4): 173-190.

MORISAKA, T.; SHINOHARA, M.; NAKAHARA, F. & T. AKAMATSU. 2005. Effects of ambient noise on the whistles of Indo-Pacific bottlenose dolphin populations. Journal of Mammalogy, 86, 541–546.

MORTEO, E.; HECKEL, G.; DEFRAN, R. H. & Y. SCHRAMM. 2004. Distribución, movimientos y tamaño de grupo del tursión (*Tursiops truncatus*) al sur de Bahía San Quintín, Baja California, México. Ciencias Marinas. 30(1A): 35–46.

MULLIN, K. D. 1988. Comparative seasonal abundance and ecology of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in three habitats of the North-Central Gulf of Mexico. PhD thesis. Mississippi State University.

MURDOCH, M. E.; REIF, J. S.; MAZZOIL, M.; McCULLOCH, S. D.; FAIR, P. A. & G. D. BOSSART. 2008. Lobomycosis in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Indian River Lagoon, Florida: estimation of prevalence, temporal trends, and spatial distribution. Eco Health. 5: 289–297.

NATOLI, A.; PEDDEMORS, V. M.; & A. R. HOELZEL. 2004. Population structure and speciation in the genus *Tursiops* based on microsatellite and mitochondrial DNA analyses. J. Evol. Biol. 17:363-375.

NORRIS, K. S. 1994. Predators, parasites, and multispecies aggregations. 287-300. En: Norris, K. S.; Würsig, B.; Wells, R. S. y M. Würsig (Eds.) 1994. The Hawaiian spinner dolphin. University of California Press, Berkeley, CA.

NORRIS, K. S. & T. P. DOHL. 1980. The structure and function of cetaceans schools. 211-261. En: Herman, L. M. (Ed.) 1980. Cetacean behavior: Mechanisms and functions. Wiley, New York, NY.

NOWACEK, S. M.; WELLS, R. S. & A. R. SOLOW. 2001. Short-term effects of boat traffic on bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota Bay, Florida. Mar. Mamm. Sci. 17(4): 673-688.

NOWACEK, D. P.; THORNE, L. H.; JOHNSTON, D. W. & P. L. TYACK. 2007. Responses of cetaceans to anthropogenic noise. Mammal Review. 37: 81–115.

OVIEDO, L. 2007. Dolphin sympatric ecology in a tropical fjord: habitat partitioning by bathymetry and topography as a strategy to coexist. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 87: 1327–1335.

OVIEDO, L. & N. SILVA. 2005. Sighting frequency and relative abundance of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) along the Northeast Coast of Margarita Island and Los Frailes Archipielago, Venezuela. Rev. Biol. Trop. 53(3-4): 595-600.

OWEN, C. G.; WELLS, R. S. & S. HOFMANN. 2002. Ranging and association patterns of paired and unpaired adult male Atlantic bottlenose dolphins, Tursiops *truncatus*, in Sarasota, Florida, provide no evidence for alternative male strategies. Canadian Journal of Zoology. 80: 2072-2089.

PANZARINI, R. N. 1984. Introducción a la oceanografía general. 4ª ed. Editorial EUDEBA. Buenos Aires. 202 pp.

PARSONS, K. M.; DURBAN, J. W.; CLARIDGE, D. E.; HERZING, D. L.; BALCOMB, K. C.; & L. R. NOBLE. 2006. Population genetic structure of coastal bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the northern Bahamas. Marine Mammal Science. 22: 276-298.

PASTOROK, R. A., & G. B. BILYARD. 1985. Effects of sewage pollution on coral-reef communities. Mar. Ecol. 21: 175-189.

PERRIN, W. F. 1984. Patterns of geographical variation in small cetaceans. Acta Zoológica, Fennica. 172: 137-140.

PERRIN, W. F. & S. B. REILLY. 1984. Reproductive parameters of dolphins and small whales of the family Delphinidae. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 6): 97-133.

PIEDRA, M. y P. COSTA. Sf. Informe III: Informe diagnóstico sobre amenazas y perspectivas para la conservación de cetáceos en el Río de la Plata y Frente Marítimo. 22 pp.

PRIDEAUX, M. 2003. Conservación de Cetáceos: La Conservación de Especies Migratorias y sus Acuerdos Relevantes para la Conservación de Cetáceos. WDCS. Munich, Alemania. 24 pp.

PULLIAM, H. R. & T. CARACO. 1984 Living in groups: is there an optimal group size? 122-147 En: Krebs J. R. & Davies, N. B. (Eds.) 1984. Behavioural ecology. An evolutionary approach. 2nd ed. Oxford: Blackwell.

READ, A. J.; WELLS, R. S.; HOHN, A.A. & M. D. SCOTT. 1993. Paterns of growth in wild bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus.* J. Zool. 231: 107-123.

REEVES, R.; STEWART, B.; CLAPHAM, P & J. Jr. POWEL. 2002. Guide to marine mammals of the World. National Audubon Society. Editorial Alfred A. Knopf. Nueva York. 527 pp.

Reglamento para regular la observación de ballenas y delfines. 2005. Decreto Ejecutivo 32495, República de Costa Rica.

REIF, J. S.; MAZZOIL, M. S.; MCCULLOCH, S. D.; VARELA, R. A.; GOLDSTEIN, J. D.; FAIR, P. A. & G. D. BOSSART. 2006. Lobomycosis in Atlantic bottlenose dolphins from the Indian River Lagoon, Florida. J. Am. Vet. Med. Assoc. 228: 104-108.

REIF, J. S.; PEDEN-ADAMS, M. M.; ROMANO, T. A.; RICE, C. D.; FAIR, P. A. & G. D. BOSSART. 2008. Immune dysfunction in Atlantic bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) with lobomycosis. Med. Mycol. 47: 125–135.

REILLY, S. B. 1990. Seasonal changes in distribution and habitat differences among dolphins in the Eastern tropical. Pacific. Mar. Ecol. Prog. Ser. 66: 1-11.

REYES R.J. 1989. Helmintos parásitos de *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) (Cetacea : Delphinidae) en aguas de la costa peruana. Tesis de Biólogo. Universidad Ricardo Palma. Lima. 98 pp.

RIBEIRO, S.; VIDDI, F. A.; & T. R. O. FREITAS. 2005. Behavioural Responses of Chilean Dolphins (*Cephalorhynchus eutropia*) to Boats in Yaldad Bay, Southern Chile. Aquatic Mammals. 31(2): 234-242.

RICE, D. W. 1998. Marine mammals of the world. Systematics and distribution. Special Publication Number 4. The Marine Mammal Society.

RIVERA-MONROY, V. H.; TWILLEY, R. R.; BONE, D.; CHILDERS, D. L.; CORONADO-MOLINA, C.; FELLER, I. C.; HERRERA-SILVEIRA, J.; JAFFE, R.; MANCERA, E.; REJMANKOVA, E.; SALISBURY, J. E. & E. WEIL. 2004. A conceptual framework to develop long-term ecological research and management objectives in the Wider Caribbean Region. BioScience. 54: 843-856.

RODRÍGUEZ-FERRER, G. 2001. The bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) of the Southwest Coast of Puerto Rico: An assessment of their status and habitat use. Master's thesis. University of Puerto Rico. Mayagüez. 98 pp.

RODRÍGUEZ-FONSECA, J. 2001. Diversidad y distribución de los Cetáceos de Costa Rica (Cetacea: Delphinidae, Physeteridae, Ziphiidae, Balaenopteridae). Biol. Trop. 49(2): 135-143.

ROGERS, C. A.; BRUNNICK, B. J.; HERZING, D. L. & J. D. BALDWIN. 2004. The social structure of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the Bahamas. Mar. Mamm. Sci. 20: 688-708.

ROSS, G. J. & V. G. COCKCROFT. 1990. Comments on Australian bottlenose dolphins and the taxonomic status of *Tursiops aduncus* (Echrenberg, 1832). 211-261. En: Leatherwood, S. & Reeves, R. R. (Eds.) 1990. The bottlenose dolphin. Academic Press, Inc. San Diego, California. 653 pp.

ROWE, L. E.; CURREY, S.; DAWSON, S. & D. JOHNSON. 2010. Assessment of epidermal condition and calf size of Fiordland bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* populations using dorsal fin photographs and photogrammetry. Endang Species Res. 11: 83–89.

SANTOS, M.B.; PIERCE, G.J.; REID, R. J.; PATTERSON I. A. P.; ROSS, H. M. & E. MENTE. 2001. Stomach contents of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in Scottish waters. J. Mar. Biol. Ass. UK. 81: 873-878.

SCARPACI, C.; BIGGER, S. W.; CORKERON, P. J. & D. NUGEGODA. 2000. Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) increase whistling in the presence of 'swim-with-dolphin' tour operations. Journal of Cetacean Research and Management. 2: 183–185.

SCARPACI, C.; BIGGER, S. W.; CORKERON, P. J. & D. NUGEGODA. 2001. Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) increase whistling in the presence of "swim-with-dolphin" tour operations. Journal of Cetacean Research and Management. 2: 183-185.

SCHROEDER, J. P. 1990. Breeding bottlenose dolphins in captivity. 435-446 En: Leatherwood, S. & Reeves, R. R. (Eds.) 1990. The Bottlenose dolphin. San Diego: Academic Press, Inc. San Diego, California. 653 pp.

SCOTT, M. D. & S. J. CHIVERS. 1990. Distribution and herd structure of bottlenose dolphins in the eastern tropical Pacific Ocean. En: Leatherwood, S. & Reeves, R. R. (Eds.) 1990. The bottlenose dolphin. Academic Press, Inc. San Diego, California. 653 pp.

SCOTT, M. D.; WELLS, R. S.; IRVINE, A. B. & B. MATE, 1990. Tagging and marking studies on small cetaceans. 489–513. En: Leatherwood, S. & Reeves, R. R. (Eds.) 1990. The Bottlenose Dolphin. Academic Press, Inc. San Diego, California. 653 pp.

SCOTT, M. D.; WELLS, R. S. & A. B. IRVINE. 1990*b*. A long-term study of bottlenose dolphins on the west coast of Florida. 235–244. En: Leatherwood, S. & Reeves, R. R. (Eds.) 1990. The Bottlenose Dolphin. Academic Press, Inc. San Diego, California. 653 pp.

SEGURA, I.; ROCHA-OLIVARES, A.; FLORES-RAMIREZ, S. & L. ROJAS-BRACHO. 2006. Conservation implications of the genetic and ecological distinction of *Tursiops truncatus* ecotypes in the Gulf of California. Biological Conservation.133:336-346.

SHANE, S. H. 1990. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin at Sanibel Island, Florida. 245-266. En: Leatherwood, S. y Reeves, R. R. (Eds.) 1990. The Bottlenose dolphin. Academic Press, Inc. San Diego, California. 653 pp.

_____. 1990*b*. Comparison of bottlenose dolphin behavior in Texas and Florida, with a critique of methods for studying dolphin behavior. 267–283. En: Leatherwood, S. y Reeves, R. R. (Eds.) 1990. The Bottlenose dolphin. Academic Press, Inc. San Diego, California. 653 pp.

SHANE, S.H.; WELLS, R. S. & B. WÜRSIG. 1986. Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin. A review. Mar. Mamm. Sci. 2(1): 34-63.

SIMILÄ, T. 1997. Sonar observations of killer whales (*Orcinus orca*) feeding on herring schools. Aquatic Mammals. 23:119-126.

SIMMONDS, M. P. & S. J. ISAAC. 2007. The impacts of climate change on marine mammals: early signs of significant problems. Oryx. 41(1): 19-26.

SMOLKER, R.; RICHARDS, A.; CONNOR, R. C. & J. W. PEPPER. 1992. Sex differences in patterns of association among to acoustic disturbance. Mar. Tech. Soc. J. 37(4): 6-15.

STENSLAND E. & P. BERGGREN. 2007. Behavioural changes in female Indo-Pacific bottlenose dolphins in response to boat-based tourism. Mar. Ecol. Prog. Ser. 332: 225–234.

STENSLAND, E.; CARLÉN, I.; SÄRNBLAD, A.; BIGNERT, A & P. BERGGREN. 2006. Population size, distribution and behavior of Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) and humpback dolphins (*Sousa chinensis*) off the south coast of Zanzibar. Mar. Mamm. Sci. 22: 667–682.

STEPHANIS, R.; CORNULIER, T.; VERBORGH, P.; SALAZAR S., J.; PÉREZ G., N. & G. CHRISTOPHE. 2008. Summer spatial distribution of cetaceans in the Strait of Gibraltar in relation to the oceanographic context. Mar. Ecol. Prog. Ser. 353: 275–288.

STRI - SMITHSONIAN TROPICAL RESEARCH INSTITUTE. 2010. Bocas del Toro: Species database. (En línea) «http://biogeodb.stri.si.edu/bocas_database/search/kingdom/1/» (Fecha de consulta: 11 de abril de 2010).

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. 68 pp.

THOMAS, G. L. & F. L. FELLEMAN. 1988. Acoustic measurement of the fish assemblage beneath killer whale pods in the Pacific Northwest. Rit Fiskideildar. 11: 276-284.

TOLLEY, K. A.; READ, A. J.; WELLS, R. S.; URIAN, K. W.; SCOTT, M. D.; IRVINE, A. B. & A. A. HOHN. 1995. Sexual dimorphism in wild bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) from Sarasota, Florida. Journal of Mammalogy. 76(4): 1190-1198.

UNEP - WCMC. 2008. UNEP-WCMC Species Database, CITES-Listed Species: *Tursiops truncatus* (En línea) «http://sea.unep-wcmc.org/ isdb/CITES/Taxonomy/tax- speciesresult.cfm?displaylanguage=eng&Genus= Tursiops&Species=truncatus&source=animals&Country=&tabname=all» (Fecha de consulta: 16 de junio de 2008)

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2010. Lista Roja: *Tursiops truncatus.* (En línea). «http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/search» (Fecha de consulta: 20 de junio de 2010)

URICK. 1983. Principles of underwater sound. 3rd edition. McGraw Hill Press. New York.

VAN PARIJS, S. M. & P. J. CORKERON. 2001. Boat traffic affects the acoustic behavior of Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis*. Journal of Mar. Biol. Assoc. of the U.K. 81(3): 533-538.

VAN WAEREBEEK, K. V.; REYES, R. Y.; READ, A. J. & J. S. MCKINNON. 1990. Preliminary observations of bottlenose dolphins from the Pacific coast of South America. En: Leatherwood, S. & Reeves, R. R. (Eds.) 1990. The bottlenose dolphin. Academic Press, Inc. San Diego, California. 653 pp.

VÁSQUEZ, J. A. 2005. Distribución y uso de hábitat del delfín mular (*Tursiops truncatus*), calderón negro (*Globicephala melas*) y Zifio de Cuvier (*Ziphius cavirostris*) en aguas cercanas a la Costa Vasca. Informe para la Dirección de Biodiversidad del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco. Asociación AMBAR. 45 pp.

WANG, J. Y.; CHOU, L. & N. M. WHITE. 1999. Mitochondrial DNA analysis of sympatric morphotypes of bottlenose dolphins (genus: *Tursiops*) in Chinese waters. Molecular Ecology. 8: 1603-1612.

_____. 2000. Differences in the external morphology of two sympatric species of bottlenose dolphins (genus *Tursiops*) in the waters of China. Journal of Mammalogy. 81(4): 1157-1165.

WAPLES, D. M. 1995. Activity budgets of free-ranging bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Sarasota Bay, Florida. Master‘s thesis. University of California Santa Cruz.

WAPLES K. A & N. J. GALES. 1998. The social ecology of a coastal population of bottlenose dolphins in Western Australia. En: Abstracts - The World Marine Mammal Science Conference. Society for Marine Mammalogy and European Cetacean Society. Lawrence, KS. P 145.

WARING, G. T.; JOSEPHSON, E.; FAIRFIELD-WALSH, C. P. & K. MAZE-FOLEY. 2007. US Atlantic and Gulf of Mexico marine mammal stock assessments – 2007. NOAA Tech. Mem. NMFS-NE-194: 453pp. http://www.nefsc.noaa.gov/nefsc/publications/tm/tm194

WARREN, M. S.; HILL, J. K.; THOMAS, J. A.; ASHER, J.; FOX, R.; HUNTLEY, B.; ROY, D. B.; TELFER, M. G.; JEFFCOATE, S.; HARDING, P.; FEFFCOATE, G.; WILLIS, S. G.; GREATOREX-DAVIES, J. N.; MOSS, D. & C. D. THOMAS. 2001. Rapid response of British butterflies to opposing forces of climate and habitat change. Nature. 414: 65-69.

WARTZOK, D.; POPPER, A. N.; GORDON, J. & J. MERRILL. 2004. Factors affecting the responses of marine mammals to acoustic disturbance. Mar. Tech. Soc. J. 37(4): 6-15.

WEIR, C. R. & K. STOCKIN A. 2001. The occurrence and distribution of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and other cetacean species in the coastal waters of Aberdeenshire, Scotland. Sea Watch Foundation. 68 pp.

WELLER, D. W. 1998. Global and regional variation in the biology and behavior of bottlenose dolphins. Ph.D. thesis. University of Texas A&M, USA. 142 pp.

WELLS, R. S. 1991. Bringing up baby. Natural History. 8: 56-62.

_____. 2003. Dolphin social complexity: Lessons from a long-term study and life history. 32-56. En: De Waal, F. B. M. & Tyack, P. L. (Eds.), Animal social complexity: Intelligence, culture, and individualized societies. Cambridge, MA: Harvard University Press.

WELLS, R. S. & M. D. SCOTT. 1994. Bottlenose dolphin. En: Ridgway, S. H. & Harrison, F. R. S. (Eds.) Handbook of marine mammals. Small cetaceans. Academic Press. London. 1 – 55.

_____. 1999. Bottlenose dolphin *Tursiops truncatus*. 137-182. En: Ridgway, S. H. & Harrison, R. J. (Eds.) Handbook of marine mammals: Volume VI, The second book of dolphins and porpoises. Academic Press. San Diego, CA.

WELLS, R. S.; IRVINE, A. B. & M. D. SCOTT. 1980. The social ecology of inshore odontocetes. 263-317. En: Herman, L. M. (Ed.) 1980. Cetacean behavior: Mechanisms and functions. Wiley, New York, NY.

WELLS, R. S.; SCOTT M. D. & A. B. IRVINE. 1987. The social structure of free-ranging bottlenose dolphins. 247-305. En: Genoways, H. H. (Ed.) 1987. Current Mammalogy. Volume 1. Plenum Press. New York, NY.

WELLS, R. S.; HANSEN, L. J.; BALDRIDGE, A.; DOHL, T. P.; KELLY, D. L. & R. H. DEFRAN. 1990. Northward extension of the range of bottlenose dolphins along the California coast. En: Leatherwood, S. & Reeves, R. R. (Eds.) The bottlenose dolphin. Academic Press, San Diego, California. 653 pp.

WELLS, R. S.; BASSOS, M. K.; URIAN, K. W.; CARR, W. J. & M. D. SCOTT, 1996. Low-level monitoring of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*, in Charlotte Harbor, Florida 1990-1994 (NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFSC-384). Washington, DC: U.S. Fish and Wildlife Services.

WELLS, R. S.; URIAN, K. W.; READ, A. J.; BASSOS, M. K.; CARR, W. J. & M. D. SCOTT. 1996*b*. Low-level monitoring of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Tampa Bay, Florida 1988-1993 (NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFSC-385). Washington, DC: U.S. Fish and Wildlife Services.

WELLS, R. S.; D. J. BONESS & G. B. RATHBUN. 1999. Behavior. 324-422. En: Reynolds, J. E. III & Sommel, S. A. (Eds.). Biology of Marine Mammals. Smithsonian Institution Press. Washington D. C. 578 pp.

WILLIAMS, J. A.; DAWSON, S. M. & E. SLOOTEN. 1993. The abundance and distribution of bottlenosed dolphins (*Tursiops truncatus*) in Doubtful Sound, New Zealand. Can. J. Zool. 71: 2080-2088.

WILSON, B.; THOMPSON & HAMMOND. 1997. Habitat use by bottlenose dolphins: seasonal distribution and stratified movement patterns in the Moray Firth, Scotland. Journal of Applied Ecology. 34: 1365-1374.

WILSON, B.; ARNOLD, H.; BEARZI, G.; FORTUNA, C. M.; GASPAR, R.; INGRAM, S.; LIRET, C.; PRIBANIĆ, S.; READ, A. J.; RIDOUX, V.; SCHNEIDER, K.; URIAN, K. W.; WELLS, R. S.; WOOD, C.; THOMPSON, P. M. & P. S. HAMMOND. 1999. Epidermal diseases in bottlenose dolphins: impacts

of natural and anthropogenic factors. Proc. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci. 266: 1077–1083.

WÜRSIG, B. 1978. Occurrence and group organization of Atlantic bottlenose porpoises (*Tursiops trucatus*) in an Argentine Bay. Biol. Bull. 154: 348-359.

WURSIG, B. 1986. Delphinid foraging strategies. 347-359. En: Schusterman, R. J., Thomas, J. A. & Wood, F. G. (Eds.) 1986. Dolphin cognition and behavior: A comparative approach. Erlbaum, Hillsdale, USA.

WÜRSIG, B. & M. WÜRSIG. 1979. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the South Atlantic. Fish. Bull. 77: 339-412.

ZOLMAN, E. S. 2002. Residence patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Stono River estuary, Charleston County, South Carolina, U.S.A. Marine Mammal Science. 18: 879-892.

ANEXOS

HOJA DE AVISTAMIENTOS

FECHA _____ **AVISTAMIENTO #** _____

GPS _____

HORA INICIAL DEL ENCUENTRO _____

HORA FINAL DEL ENCUENTRO _____

COMPORTAMIENTO AL MOMENTO DEL ENCUENTRO

SOCIAL ____ ALIMENTACIÓN ____ DESPLAZAMIENTO ____ BUCEO ____

DESCANSO ____ VAGABUNDEO ____ DESCONOCIDO ____

OTROS BOTES PRESENTES AL MOMENTO? SI ____ ____

 # INDIVIDUOS
MÍNIMO # _____
MÁXIMO # _____
MEJOR ESTIMADO _____

COMPOSICIÓN DEL GRUPO
ADULTOS # _____
JUVENILES # _____
CRIAS # _____

OTRO TIPO DE INFORMACION OBTENIDA PARA ESTE GRUPO ES:

PHOTOID ____ COMPORTAMIENTO ____

FOTOS DEL #_____ **AL #**_____

INFORMACIÓN AMBIENTAL

OLEAJE (BEAUFORT) _____

NUBOSIDAD (OCTAS) _____

TEMPERATURA DEL AGUA _____ **TEMPERATURA AMBIENTE** _____

Anexo A. Formato para avistamiento desde bote (Tomado y modificado de May-Collado, 2007)

HOJA DE COMPORTAMIENTO: CADA TRES MINUTOS ESCANEAR EL COMPORTAMIENTO PREDOMINANTE DEL GRUPO Y VARIABLES

HOJA # _____AVISTAMIENTO #_____ NOMBRE DEL COLECTOR_____
FECHA_____

HORA	ACOUTIC FILE	AMB	TRA	SOC	ALI	DES	VAG	BUC	?	GEOMETRIA DEL GRUPO				BOTE PRESENTE SI/NO	# BOTES	TIPO BOTE	TIPO MOTOR	TIPO DE ACERCA	RESPUESTA AL BOTE		
	TC000x	dB								T	L	WD	M						PS (+)	NG (-)	NEUTRAL

Tight (T): cuando los delfines está a menos de un cuerpo de distancia de separación
Loose (L): cuando están separados más de un cuerpo pero menos de 5 cuerpos de distancia entre sí.
Widely Dispersed (WD): cuando están más de cinco cuerpos de distancia.
Mixed (M): unos miembros del grupo están separados bajo dos o más combinaciones de lo anterior.

Tipo de Acercamiento
1. Rápido, cambios de velocidad, dirigido al grupo
2. Rápido, cambios de velocidad, no dirigido al grupo.
3. Rápido, no cambios de veloc., no dirigido al grupo
4. Lento, no cambios de veloc., paralelo al grupo.
5. Lento, cambios de velocidad, no paralelo, persistente en persecución del grupo.

MOTORIZADOS
Pesca **(P)**
Whale-watching **(WW)**
Transporte Local **(TL)** e.g., taxis
Feries **(F)**
Guardaparques **(G)**
Investigación **(I)**
Personal **(Ps)**
Jet-skies **(JS)**
Otros **(O)**

PI. LAURA J. MAY-COLLADO
FLORIDA INTERNATIONAL UNIVERSITY
lmayc002@fiu.edu/www.delphinids.com

+ (Delfines se acercan al bote o siguen al bote luego de que este pasa.

– (Delfines huyen o evitan el bote, cambios radical del comportamiento, cambios rápidos de dirección, etc.)
Neutral (no se observan cambios de comportamiento, continúan ejecutando la misma actividad).

Anexo B. Formato para comportamiento (Tomado de May-Collado, 2007).