

ANEXO 1

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA CONSULTA Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA

Bogotá Marzo 25 de 2008

Señores
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
Ciudad

Estimados Señores:

Yo María Paula Charry Blanco, identificado(s) con C.C. No. 52992602 de Bogotá, autor del trabajo de grado titulado Impacto del ecoturismo en el comportamiento de Tursiops aduncus en el área de conservación de Menai Bay, Zanzíbar, presentado como requisito para optar al título de Bióloga en el año de 2008; autorizo a la Universidad Javeriana a:

- a) Poner a disposición para la consulta con fines académicos, en la página web de la Facultad, de la Biblioteca General y en redes de información con las cuales tenga convenio la Universidad Javeriana.
- b) Enviar el trabajo en formato impreso o digital, en caso de que sea seleccionado para participar en concursos de trabajos de grado.
- c) Distribuir ejemplares de la obra, para la consulta entre las entidades educativas con las que la facultad tenga convenio de intercambio de información, para que este sea consultado en las bibliotecas y centros de documentación de las respectivas entidades.
- d) Todos los usos, que tengan finalidad académica.

Los derechos morales sobre el trabajo son de los autores de conformidad con lo establecido

en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. Atendiendo lo anterior, siempre que se consulte la obra, mediante cita bibliográfica se debe dar crédito al trabajo y a su(s) autor(es). Este documento se firma, sin perjuicio de los acuerdos que el autor(es) pacte con la Unidad Académica referentes al uso de la obra o a los derechos de propiedad industrial que puedan surgir de la actividad académica.

María Paula Charry

**IMPACTO A LARGO PLAZO DEL ECOTURISMO EN EL COMPORTAMIENTO
DE *Tursiops aduncus* EN EL AREA DE CONSERVACION DE MENAI BAY,
ZANZIBAR**

MARIA PAULA CHARRY BLANCO

**TRABAJO DE GRADO
Presentado como requisito parcial
Para optar al título de**

BIOLOGA

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE BIOLOGIA
Bogotá, D. C.
Diciembre de 2007**

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución N° 13 de Julio de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará por que no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y por que las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermana por apoyarme sin condición alguna en mi aventura por África y por confiar plenamente en mis capacidades académicas y de adaptación.

A la Doctona Narriman Jiddawi y Omar Amir Amir, y funcionarios del Instituto de Ciencias Marinas de la Universidad de Dar es Salaam por apoyarme y asesorarme en el desarrollo del trabajo además de brindarme herramientas y consejos para el diario vivir el Zanzíbar.

Agradezco a Mvita, Abdul y al crew de Kizidi bungalows quienes me adoptaron con todo el cariño en su aldea, me protegieron y me enseñaron de su cultura como si fuera parte de ellos.

Y finalmente, pero no menos importante, agradezco infinitamente a Melissa Cuevas quien me ayudo en todo, me apoyó, dio fuerzas y me

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
2.MARCO TEORICO Y REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1 Ecoturismo.....	2
2.2 Impacto ambiental.....	4
2.2.1 Impacto negativo.....	4
2.3 Ecoturismo en Zanzíbar.....	5
2.4 Características de <i>Tursiops aduncus</i>	6
2.4.1 Estados comportamentales de <i>T. Aduncus</i>	7
2.5 Estado actual de los delfines de Zanzíbar.....	8
3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	10
3.1 Formulación del problema y justificación.....	13
3.2 Pregunta de investigación.....	13
4.OBJETIVOS	13
4.1 Objetivo General.....	13
4.2 Objetivos Específicos.....	13
5. HIPÓTESIS	13
5.1 Hipótesis nula.....	13
5.2 Hipótesis alterna.....	14
6. MATERIALES Y MÉTODOS	14

6.1 Área de muestreo.....	14
6.2 Diseño de la investigación.....	15
6.2.1 Toma de datos: Avistamiento en presencia de botes.....	16
6.2.2 Avistamiento en ausencia de botes.....	18
6.3 Tratamiento estadístico de los datos.....	19
6.3.1 Análisis de correspondencia Múltiple.....	23
6.3.2 Cadenas de Markov.....	24
6.4 Evaluación de Avistamiento.....	26
7. RESULTADOS.....	27
7.1 Supuestos para las pruebas.....	28
7.2 Análisis de Correspondencia Múltiple.....	29
7.3 Cadenas de Markov.....	36
7.4 Evaluación de avistamiento.....	42
8. DISCUSIÓN.....	43
8.1 Flexibilidad en el comportamiento.....	43
8.2 Cadenas de Markov.....	43
8.3 Impacto del ecoturismo en los estados comportamentales de los delfines.....	46
8.4 Impacto de los botes en el uso de Hábitat.....	52
8.5 Evaluación del seguimiento de normas en los avistamientos.....	54
8.6 Relación de estudio con los cetáceos en Colombia.....	56
9. CONCLUSIONES.....	56
10. RECOMENDACIONES.....	57
11. REFERENCIAS.....	59
12. ANEXOS.....	65

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Mapa de ubicación de la isla de Zanzíbar

FIGURA 2. Medidas de dispersión en el análisis de Correspondencia Múltiple

FIGURA 3. Frecuencia de lugar de encuentro de los delfines en presencia de botes.

FIGURA 4. Diagramas del Análisis de Correspondencia Múltiple.

FIGURA 5. Cadenas de Markov representando las probabilidades de transición en el estado comportamental.

FIGURA 6. Efecto de la interacción de botes en la transición del estado comportamental de los delfines.

FIGURA 7.Proporciones de los estados comportamentales según las predicciones efectuadas por las Cadenas de Markov.

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Variables del estudio con sus categorías

TABLA 2. Tabla de contingencia: Comportamiento sucesor Vs Comportamiento precesor en avistamiento Control.

TABLA 3. Tabla de contingencia: transiciones comportamentales en presencia de botes.

TABLA 4. Prueba de Chi-cuadrado: dependencia entre el comportamiento inicial y comportamiento sucesor.

TABLA 5. Resumen del modelo del Análisis de Correspondencia Múltiple

TABLA 6. Medidas de discriminación en el análisis de correspondencia múltiple.

TABLA 7. Análisis Log lineal de tabla de contingencia: comparación de número botes x comportamiento inicial X comportamiento sucesor j.

RESUMEN

El ecoturismo es una de las actividades económicas que mayor crecimiento ha tenido en los últimos años, sin embargo, el cuidado y la sostenibilidad de éste y del medio natural aún no son claros. Los avistamientos a cetáceos, en especial en delfines nariz de botella es uno de los mejores atractivos en las costas. Sin embargo, los efectos precisos de esta actividad sobre las poblaciones de delfines aún no han sido determinados con claridad. Se propusieron un análisis de correspondencia múltiple y un modelo con cadenas de Markov como herramientas para evaluar los efectos de actividad turística sobre los presupuestos comportamentales de los delfines a largo plazo, teniendo en cuenta otras variables como la estación y el lugar. Estos modelos se han utilizado en otros estudios ecológicos para predecir mediante probabilidades las transiciones de variables biológicas. Entre febrero y mayo del 2006 se recolectó información del estado comportamental de los delfines nariz de botella del Océano Indico (*Tursiops aduncus*) residentes de la costa sur de la isla de Zanzíbar, Tanzania. Se compararon las probabilidades de transición entre cinco estados comportamentales, socialización, descanso, viaje, buceo y “milling” tanto en la cadena de impacto (presencia de botes) como en la cadena de control (ausencia de botes) para así, determinar si había una diferencia significativa entre ambas. Se identificó que durante la presencia de botes, los comportamientos de descanso y socialización se redujeron significativamente mientras que los comportamientos de viaje y buceo duplicaron su frecuencia.

Palabras claves: Cadenas de Markov, ecoturismo, estados comportamentales, impacto, *Tursiops aduncus*

1. INTRODUCCIÓN

El ecoturismo es una actividad que ha tenido un gran auge en los últimos años debido a que a diferencia del turismo convencional, genera espacios de diversión y aprendizaje en donde los turistas pueden conocer aspectos ecológicos, culturales y sociales del área que visitan. Algunas de las ventajas que proporciona esta actividad es el fomento de la conservación de áreas naturales y de las especies que habitan en ella, beneficiando a su vez a los residentes de la zona, ya que les genera mayores ingresos económicos. Sin embargo, el mal manejo del ecoturismo en algunas zonas, ha producido cambios en los medios naturales ocasionando en su mayoría, impactos negativos que pueden afectar a corto y largo plazo a sus poblaciones y poniendo en peligro la actividad económica que se genera a través del atractivo natural de la zona.

El avistamiento de cetáceos ha sido una de las actividades más atractivas del ecoturismo el cual consiste en la búsqueda de estos animales en botes, en su mayoría motorizados. Se ha observado que el tráfico de botes en las áreas donde se encuentran estos animales, influye negativamente en el desempeño de sus actividades, alterando sus presupuestos comportamentales. Es por esto, que es de gran importancia realizar estudios que evalúen el efecto de los botes en la variación del comportamiento de los cetáceos y a partir de la forma en que se lleva a cabo poder predecir las consecuencias en un futuro y así plantear posibles alternativas de manejo.

El presente estudio se realizó en el área de conservación de Menai Bay, ubicada en la costa sur de la isla de Zanzíbar-Tanzania, la cual pertenece al Santuario del Océano Índico. Éste a su vez, es el único lugar en donde se

puede realizar la práctica de avistamiento de delfines residentes y migratorios, generando una de los mayores ingresos económicos en la zona. Sin embargo a pesar de la riqueza y productividad del área, no existe conciencia por parte de los agentes locales como operadores de botes y habitantes de la isla, respecto al impacto del hombre hacia los delfines, los cuales afrontan diariamente una intromisión a su hábitat.

Por este motivo, esta investigación pretende evaluar y comparar los comportamientos de los delfines en ausencia y presencia de botes, con el fin de conocer si existe variación en el tiempo dedicado a cada estado comportamental. En este caso se evaluaron cinco estados: socialización, descanso, viaje, buceo y "milling". A partir de los resultados obtenidos se realizó un análisis estadístico de correspondencia múltiple seguido por la elaboración de un modelo estocástico de cadenas de Markov, el cual predice a partir de probabilidades estadísticas, el impacto que tendrá el ecoturismo a largo plazo si las actividades se siguen realizando de la misma forma. La contribución de esta información servirá como línea base para estudios posteriores enfocados a los distintos campos de la biología y la ecología de los delfines asociándolo a su vez con los impactos generados por el ecoturismo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Ecoturismo

Hoy en día, a nivel mundial, el turismo es la industria más grande, y la que mayor crecimiento tiene, abarcando el 10.2% de la economía mundial (\$3.53 trillones). Dentro de ésta, se catalogan distintos tipos, siendo el ecoturismo uno de los más prometedores. En éste trabajo se adopta la definición de

ecoturismo planteada por la Unión Mundial por la Naturaleza, la cual considera que el ecoturismo es *"aquella modalidad turística ambientalmente responsable, consistente en viajar o visitar áreas naturales relativamente sin disturbar, con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar los atractivos naturales (paisaje, flora y fauna silvestres) de dichas áreas, así como cualquier manifestación cultural (del presente y del pasado) que puedan encontrarse ahí, a través de un proceso que promueve la conservación, tiene bajo impacto ambiental y cultural y propicia un involucramiento activo y socioeconómicamente benéfico de las poblaciones locales"* (RDS 2002).

A pesar de que el ecoturismo es una modalidad de viaje relativamente nueva (iniciando en 1980), ya en 1990 se calculaban 25.3 millones de personas viajando anualmente, estimando un aumento del 34%, alcanzando en el 2004 un crecimiento tres veces más rápido que el de la industria de turismo general. Además se estima una cifra alarmante para el año 2020, de 1.56 billones de personas viajando de este modo (Miller 2005).

Por estas cifras y predicciones, el ecoturismo se considera como una herramienta fundamental para la conservación y el desarrollo sostenible de comunidades dado que potencia el financiamiento de la protección y conservación del medio ambiente, la contribución a la economía de las comunidades locales, el fortalecimiento en el intercambio cultural y la optimización de los servicios locales como salud, educación y desarrollo de infraestructura básica para residentes y visitantes (Logiudice 2000).

A pesar de los claros fundamentos en los que se consolidó el ecoturismo, dentro de los que estaba la educación ambiental como herramienta principal, su filosofía se ha distorsionado tratándose ahora con mucha ambigüedad según la conveniencia de quien lo trate (Russell 2004). Desafortunadamente, en varios sectores, el ecoturismo no se está llevando a

cabo según sus parámetros iniciales. Como consecuencia, se han explotado los recursos naturales, sin considerar factores como la capacidad de carga del lugar o el bienestar de la población. Esto no demuestra que el ecoturismo no sirva como herramienta de educación ambiental, sino que, simplemente, no es ecoturismo y a diferencia de sus principios, está creando impactos sobre las poblaciones (Russell 2004).

2.2 Impacto ambiental

Al referirse a impacto, se habla de cualquier cambio neto, positivo o negativo, que se provoca sobre el ambiente como consecuencia (directa o indirecta) de acciones antrópicas capaces de alterar la salud de especies, la capacidad productiva de los recursos naturales y/o los procesos ecológicos esenciales. Además de su carácter negativo o positivo, un impacto puede ser más o menos grave, temporal o permanente, reversible o irreversible, de alcance local, regional o global (Estevan 1977).

2.2.1 Impacto ambiental negativo

Se ha detectado el aumento en impacto negativo a raíz del crecimiento demográfico humano y el crecimiento económico. Se ha reportado que el impacto ambiental negativo ha causado pérdida en la biodiversidad de ecosistemas específicos, empobrecimiento de los ecosistemas produciendo la degradación o pérdida de recursos naturales, contracción de las áreas de distribución de las especies e incluso extinción de razas locales o especies enteras. Este tipo de impacto se ha evidenciado en El Parque Natural de Islas Galápagos en especial en los sitios de uso especial (SUZ) en la isla de Cruz island donde el turismo ha causado la introducción de especies como el ave *Crotophaga ani*, el cual se alimenta de semillas y desechos en los basureros. Esto ha traído implicaciones en la dispersión de semillas,

especialmente de las plantas introducidas creando competencias entre éstas y las especies endémicas de la zona. Además, la alteración de hábitats, debido a la creación de carrera, remoción de piedras.

Por este motivo, los estudios de impacto ambiental son instrumentos fundamentales para las políticas ambientales preventivas, ya que todo plan de manejo de un área protegida debe incluir un programa de monitoreo de los impactos del turismo, o del hombre en general, cuyo objetivo es asegurar que dichos impactos ambientales no excedan los límites de cambio determinados (Estevan 1977).

2.3 Ecoturismo en Zanzibar

En el Sur de Zanzíbar, una isla que hace parte de la República de Tanzania en el este de África, se encuentra el Área de Conservación de Menai Bay donde locales y funcionarios de la WWF han trabajado para proteger y mantener los recursos naturales y la diversidad de corales, manglares y cetáceos que habitan en este lugar. En esta zona las actividades de ecoturismo han incrementado en un 20% por año desde 1984, llegando a un total de 8700 turistas en 1999 (Commission for Tourism, 1996: 2000, Gossling 2003).

2.3.1 Ecoturismo con avistamiento de delfines

El ecoturismo con delfines empezó en Menai Bay, en 1989 y los avistamientos comerciales de delfines comenzaron en 1992 (Amir & Jiddawi 2000) como una estrategia alterna para abolir la caza de cetáceos, beneficiando a la vez económicamente a las poblaciones locales. En marzo del 2000, cinco operadores ya utilizaban 35 botes locales para estos avistamientos y nado con delfines (Sarnblad 2001). Durante la última década, los delfines nariz de botella, y los delfines jorobados de la costa sur de Zanzibar, han estado sujetos tanto directa como indirectamente a disturbios

creados por el ecoturismo generando impactos negativos (Amir & Jiddawi 2000). Sin embargo, se manifiesta que poca información existe de los parámetros de la población de estos animales a largo plazo (Amir & Jiddawi 2000). Como ya se explicó anteriormente, es necesario un estudio de impacto ambiental y más aun tratándose de un área de conservación.

A nivel general, la información que se ha obtenido acerca de los cetáceos que habitan y han sido avistados en la costa Oriental de África, incluye el reporte de 25 especies de mamíferos marinos entre los que se encuentran los delfines jorobados del Indo Pacífico (*Sousa chinensis*), delfines giradores (*Stenella longirostris*), delfines Rissos (*Grampus griseus*) y en una escala mayor, los delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*, *Tursiops aduncus*) (Todesco, 1997; Stensland *et al.*, 1998; Amir *et al.*, 2002).

2.4 Características de *Tursiops aduncus*.

A pesar de presentar rasgos físicos similares, la especie de delfín *Tursiops aduncus*, comúnmente conocido como nariz de botella del Indo Pacífico, se distingue de *T. truncatus* por tener una longitud rostral (de la punta del hocico hasta el ojo) mayor y por presentar una pigmentación ventral a modo de manchas oscuras (Wang *et al.* 2000). Este se encuentra únicamente en el Océano Índico distribuyéndose desde el este de África en el norte de Cape Province, pasando por el Mar Rojo, Golfo Pérsico, mar Arábigo, Bahía de Benegal, Taiwán llegando hasta Australia (Möller & Beheregaray 2001).

A nivel de organización social, los delfines *T. aduncus* se caracterizan por tener estructuras sólidas y organizadas conviviendo en grupos de entre 8 y 21 individuos. Todas sus actividades suelen ser en grupos y sus comportamientos están diseñados para comunicarse y cooperar entre ellos

(Sarnblad 2001). En los grupos de delfines se han identificado básicamente cinco comportamientos mutuamente excluyentes: socialización (Sakai *et al.* 2006), movimiento en viaje, buceo o sumergimiento (Lusseau 2003b, 2006), descanso y milling. El conocimiento de esta información es de gran importancia pues evidencia su calidad de vida y los cambios en su ambiente (Englund 2002).

2.4.1 Estados comportamentales de *T. aduncus*.

La interpretación de cada comportamiento se basa en información relacionada con la dirección, la sincronía, la velocidad, la organización del grupo en el nado y los intervalos de sumergimiento (Constantine 2001). Se han determinado básicamente cinco estados comportamentales; socialización, descanso, “milling”, viaje y buceo. La socialización se evidencia cuando hay contacto entre los cuerpos de los delfines, hay variación en los intervalos de sumergimiento, el grupo está repartido irregularmente en un área determinada (Lusseau 2006e). Por otro lado, el estado comportamental de descanso se refleja cuando el grupo se mueve junto y lentamente en una dirección constante (Connor 2000).

Un tercer estado comportamental es el de “milling”, donde los individuos están en la superficie en desorden, no hay sincronía ni se encuentran en una única dirección. Por el contrario se considera que están viajando cuando los individuos se mueven rápidamente en una misma dirección (Connor 2000). Finalmente se ha considerado un quinto comportamiento: el buceo o “diving” el cual se manifiesta con variaciones en el movimiento y sumergimiento por largos intervalos. Dentro de esta categoría hay una subdivisión según los tipos de inmersión (Connor 2000).

Cada uno de estos comportamientos está directamente relacionado con el rango y el tipo hábitat en el que se desempeñan. Anna Sarnblad (2001) de la Universidad de Uppsala realizó un informe de *T. aduncus* en Menai bay,

Zanzíbar, donde demostró que hay diferencias en el uso de hábitat de acuerdo a las profundidades en las costas del este (40-50 m) y del oeste (30-40 m). Observó que la mayor parte del tiempo, la especie utiliza espacios no mayores a los 30 metros de profundidad, además de identificar una asociación entre la profundidad y el comportamiento. Se evidenció la relación entre comportamientos de descanso y viaje con profundidades menores a los 15 metros.

Al ser el uso de hábitat de los delfines relativamente superficial y cerca de las costas, ha hecho más fácil la observación de éstos en su medio ambiente natural, surgiendo de tal modo la idea de hacer ecoturismo en este espacio, entendiéndose como un tipo de turismo responsable dirigido a las áreas naturales donde se conserva tanto el ambiente como a los pobladores que habitan en estas (Amir 2005).

La confusión en la interpretación que se ha acerca de los comportamientos de estos cetáceos, ha llevado a la errónea idea de generalizar que los todos delfines son amigables y gozan de sus interacciones con el hombre, haciéndose evidentes algunos comportamientos de estrés que se hacen cada vez más frecuentes tales como el coletazo o “slap tail”, cambios de dirección en su nado o “leap tail” (eventos explicados en anexo 2). Se ha visto en distintos lugares que estos comportamientos de estrés se evidencian en cualquiera de los 5 estados comportamentales explicados anteriormente como en el caso de las orcas donde manifiestan estos comportamientos en presencia de botes (Williams 2002).

2.5 Estado actual de los delfines de Zanzibar

Hasta este momento, los datos que se tienen acerca de las poblaciones de delfines no dan información suficiente para comprobar el impacto del hombre

en la isla de Zanzíbar ni en sus poblaciones. Sin embargo, diversos estudios en distintas partes del mundo han demostrado que el impacto de las actividades del ecoturismo y el tráfico de botes en general afectan actualmente los porcentajes de crianza (Janik & Thompson 1996, Lusseau 2003), distancias interindividuales (Bejder et al. 1999, Nowacek et al 2001), incremento en la velocidad de nado (Nowacek et al 2001), cambio en el comportamiento acústico (Van Parijs & Corkeron 2001) y cambio en la sincronización de respiración (Hastie et al. 2003).

Al notar este impacto en los delfines de otros lugares, se desarrolló un programa de investigación en Menai Bay en 1998 donde se realizó una reglamentación para crear un turismo verdaderamente sostenible. Sin embargo, se ha visto que estas normas están siendo violadas de acuerdo con un estudio relacionado con el estrés de los delfines (Englund 2001).

La problemática de este asunto toma aún mas fuerza cuando se conoce que las actividades de ecoturismo se realizan en un Área de conservación. Este es un espacio terrestre o marino que se caracteriza por su riqueza biológica y cultural, conteniendo el 25% de diversidad de toda Tanzania, donde se requiere de un manejo y control constante de los recursos. Un área de conservación puede abarcar zonas inaccesibles al público, restringir actividades asociadas a la pesca u otras actividades legales e ilegales. Un manejo efectivo en un área de conservación requiere de una constante participación activa de la comunidad. Es por esto que la educación tanto de los habitantes como de los turistas es fundamental (IWC 2000).

A pesar de tener esta base teórica, actualmente la situación no parece estar controlada y aunque *T. truncatus* y *T. aduncus* aparecen en el apéndice II de CITES (identificándose como especies que necesitan ser investigadas para identificar su ecología y relación con el hombre), el distribuirse cerca de las

orillas los hace vulnerables a la explotación directa, conflictos de pesca y degradación ambiental. Poca información se conoce del estatus de esta especie, sus necesidades ecológicas y por ende, es difícil trabajar en el mejoramiento de sus áreas de uso y la conservación de éstas, ya que se desconocen los efectos que podrían haber a largo plazo (Brownell et al. 2003).

Ante esta problemática, Lusseau (2003) desarrolló una metodología en la que utilizó modelos de cadenas de Markov a partir de probabilidades para visualizar los efectos a largo plazo (tiempo escogido por el investigador) de las actividades turísticas actuales sobre el presupuesto conductual de pequeños cetáceos, dando paso a estrategias según las predicciones tal como la implementación y seguimiento de normas y ocurrencia de botes en área de acción de los delfines. Los modelos matriciales han sido ampliamente utilizados en la ecología de poblaciones para proporcionar lineamientos exitosos de gestión (Wootton, T. 2004). En esencia, este modelo es una gran herramienta ya que las probabilidades de transición que se obtienen, al ser abstracciones de mecanismos complejos no lineales que contienen interacciones entre especies y su medio ambiente, tienen menos parámetros para estimar y por tal motivo, son fácilmente organizados con datos de campo. En este trabajo se realizarán predicciones de este modelo donde el conocimiento de unos resultados a largo plazo es desconocido empíricamente.

3. FORMULACION DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

3.1 Formulación del problema y justificación

Desde los años cincuenta, se han venido proponiendo teorías de modernización como posible solución ante los problemas económicos que

presentan los países en desarrollo. Una de las estrategias propuestas para tratar esta problemática ha sido el ecoturismo (Gosselin 2003).

África del Este está consolidada entre los países en los que se ha adoptado esta estrategia de mercadeo y desarrollo. Sin embargo se ha demostrado que las consecuencias y cambios producidos por el turismo son más complejos que lo que las teorías económicas habían sugerido. Actualmente el aumento y el uso insostenible de los recursos naturales han forzado a la degradación y destrucción de los ecosistemas costeros causando impactos directos e indirectos sobre las especies que habitan estos lugares (Gosselin 2003).

En el este de África, se encuentran más de 25 especies de mamíferos marinos, muchos de los cuales se ven afectados por los impactos generados por el hombre, ya sean directos (caza) o indirectos (turismo, avistamiento, pesca por redes) generando cambios en su comportamiento acústico, el porcentaje de crianza y el uso del hábitat entre otros (Borbias 1997).

El enfoque de varios estudios realizados en esta zona ha sido de la ecología de los delfines a corto plazo (Nowacek et al 2001). A partir de los resultados obtenidos, se han generado inquietudes acerca de la problemática encontrada, tales como los efectos del ecoturismo en los niveles de estrés de los animales (y su consecuencia en la reproducción) en un área ecológica. Sin embargo, el impacto biológico aún es desconocido y no hay certeza de las consecuencias que éste pueda generar a largo plazo en los delfines (Lusseau 2003).

En el caso de Zanzíbar, isla de Tanzania perteneciente al Este de África, la situación no es muy diferente. Se han realizado investigaciones enfocadas en la ecología de los delfines, mas no se han desarrollado investigaciones

que relacionen su distribución y ocurrencia con la presencia del ecoturismo y el impacto de éste en los cetáceos. Ante esta falta de información, los investigadores y trabajadores de Proyecto de conservación de Menai Bay han planteado como recomendación en sus investigaciones para próximos estudios, tener en cuenta estas variables para determinar la importancia que tiene la presencia del hombre en el hábitat de las especies marinas, y así, mejorar las estrategias de conservación (Stensland 2006).

Es de importancia resaltar que Zanzíbar, al estar ubicada dentro del Santuario del Océano Índico establecido por la Internacional Whaling Comisión (IWC), debe disponer de información suficiente para consolidar y promover programas de conservación y sostenibilidad de estas áreas (IWC, 2000), de lo contrario, no se evidenciará si existe algún impacto negativo en los delfines, lo cual dificultaría el desarrollo de un buen programa de conservación.

De igual modo, el Programa Ambiental del las Naciones Unidas (UNEP) ha expresado la necesidad de mejorar el entendimiento de la distribución, abundancia y ecología de pequeños cetáceos en África (Borbica, 1997).

Esta situación se reconoce como una delicada problemática tanto ambiental como social, ya que el impacto negativo en las especies no solo puede conllevar a la reducción de las poblaciones de estas afectando el equilibrio natural de las zonas costeras, sino que también al ser una importante fuente socioeconómica para la región, afecta a los habitantes, quienes adoptaron el turismo como una alternativa de trabajo para evitar la pesca de delfines y otros animales marinos (Stensland 2006).

Es por esto, que es necesaria la investigación específica de lo que ocurre en la zona para poder adoptar medidas de conservación basadas en la dinámica

de las especies de delfines, y así los habitantes puedan desempeñar sus labores sin causar mayor perjuicio en estos ecosistemas.

3.2 Pregunta de la investigación

El ecoturismo genera impactos negativos en el comportamiento de los delfines residentes de Zanzíbar, Tanzania?

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

-Identificar el impacto que tiene el ecoturismo marino en el comportamiento de los delfines residentes de Zanzíbar, y las posibles consecuencias en el futuro.

4.2 Objetivos Específicos

-Evaluar la relación que tiene el comportamiento de los delfines con la presencia de botes eco turísticos según las estaciones y los lugares de acción.

-Identificar la influencia del ecoturismo a largo plazo en el comportamiento de los delfines mediante Cadenas de Markov.

- Evaluar el seguimiento de las normas establecidas para el avistamiento de los delfines en el Área de Conservación de Menai Bay.

5. HIPÓTESIS

5.1 Hipótesis Nula

El ecoturismo no crea un impacto negativo en el comportamiento de los delfines residentes de Zanzíbar a largo plazo.

5.2 Hipótesis Alterna

El ecoturismo crea un impacto negativo en el comportamiento de los delfines residentes de Zanzíbar a largo plazo.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Área de muestreo

La fase de la toma de datos de la investigación se realizó en el Área de Conservación de Menai Bay, ubicada en el costado sur de Zanzíbar (Unguja), isla perteneciente a la República de Tanzania, África. Ésta se encuentra en el Océano Indico a aproximadamente 35 Km hacia el oriente de Dar es Salaam, la ciudad bursátil de Tanzania. Su extensión consta de 1601.297 km cuadradas de las cuales, 756.391 km son áreas protegidas dentro de las que se encuentra el Parque Marino de Menai bay. Por estar ubicada en el sur este de África, Zanzíbar se ve directamente afectada cada año por los vientos monsoones (durante marzo y abril), por lo cual, el estudio se realizó en las dos estaciones principales: época seca (no masika) y época de lluvia (masika) con el fin de evitar sesgos en los resultados.

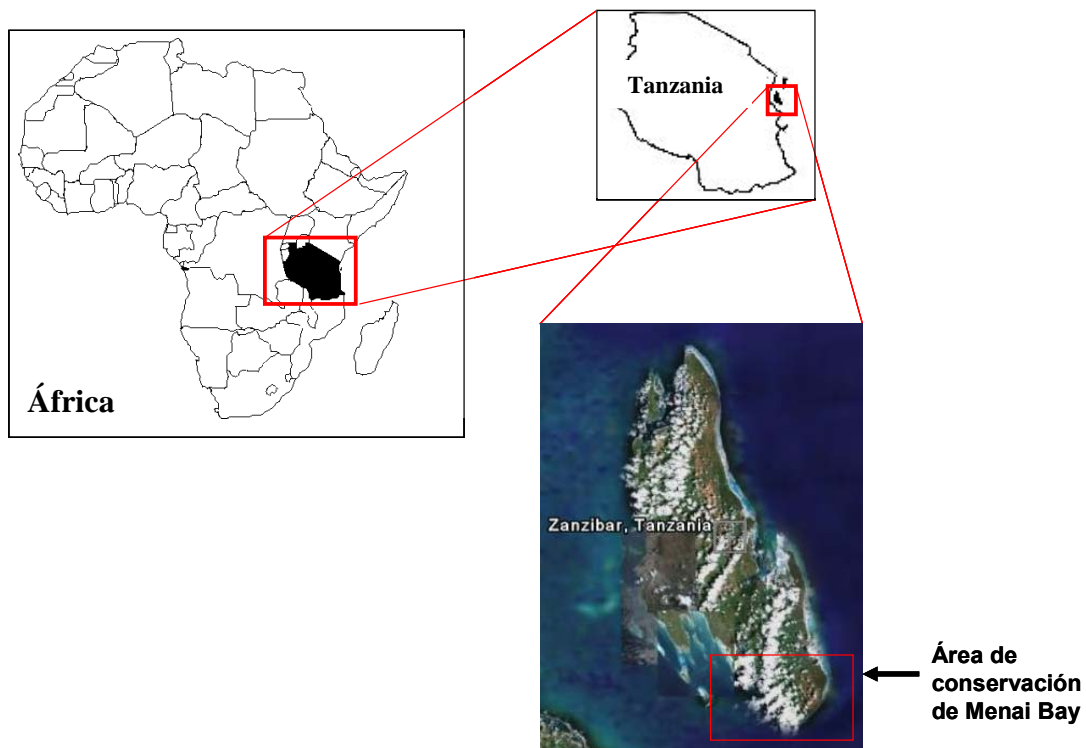


Figura 1. Mapa de ubicación de la isla de Zanzibar ($6^{\circ} 23' 0''$ S, $39^{\circ} 22'$). Ubicada al nororiente de Tanzania (África). La zona entre el recuadro pequeño representa el Menai Bay Conservation Area, en donde fueron realizados los monitoreos.

El área de estudio se dividió básicamente en 10 lugares/zonas de la costa sur de la isla: Kichangani, Kipovu, Kinazi, Kizimkazi, Makunduchi, Mnarani, Mtende, Nshumbwi, Ukuli, Usine (ver mapa en anexo 1).

6.2 Diseño de la investigación

Los monitoreos se realizaron desde botes de turismo de 6 metros de largo con un motor de 50 HP, los cuales salían desde las aldeas de Kizimkazi (Kizimkazi Mkunguni y Kizimkazi Dimbani). Con el fin de evaluar el impacto del turismo en el comportamiento de los delfines, es necesario comparar los resultados de estos durante la presencia y ausencia de botes. Por este motivo los avistamientos se dividieron en dos tipos, los cuales se realizaron

de forma alterna: 1) Avistamiento en presencia de botes turísticos y 2) Avistamiento desde un bote en ausencia de otros botes cerca (asegurándose de estar a por lo menos 400 mts de distancia del grupo focal de delfines).

6.2.1 Toma de datos: Avistamiento en presencia de botes

Durante los avistamientos con otros botes presentes en el área, el muestreo se realizó desde los mismos botes turísticos. Cada monitoreo empezaba tan pronto el bote empezaba su marcha tomando datos como: fecha, hora de inicio, condiciones climáticas, beaufort (estado del oleaje) y número de pasajeros en el bote. Una vez se encontraba un grupo de delfines, se tomaba la ubicación exacta mediante las coordenadas dadas por un GPS (Garmin e trex ROHS, Garmin inc.) y otros datos como: hora de encuentro, beaufort, especie, número de individuos por grupo, número de crías (identificándose como individuos más pequeños que la mitad de la longitud del cuerpo de su madre) y número de juveniles (individuos de tamaño igual a la mitad del cuerpo de la madre o mayor sin presentar aun manchas en la parte ventral), con el fin de determinar si se encuentran hábitats específicos para la crianza para ser tomados en cuenta en una futura estrategia de conservación (Lusseau 2003*b*). Adicionalmente se tomó la frecuencia respiratoria (determinada como número de veces que el animal sale a la superficie por minuto), número de botes alrededor del grupo de delfines y tipo de acercamiento al grupo (para ver los tipos de acercamientos, ver anexo 1).

Del mismo modo como fue propuesto por Connor en el 2000, una vez tomados esos datos, se identificó durante un minuto el comportamiento general que presentaba el grupo, catalogándose en cinco tipos mutuamente excluyentes: socialización, “milling”, viaje, descanso, y buceo. Estos comportamientos se obtuvieron a partir de los eventos del etograma ubicado en el anexo 11 (Corti 2003). Se identificó que si en el minuto de muestreo,

los delfines no aparecían se determinaba el comportamiento como en estado de buceo, y si después de 10 minutos no aparecían, el avistamiento se daba por terminado.

6.2.1.1 Descripción de los comportamientos

Socialización: se considera cuando hay contacto de cuerpos entre los delfines, inspección genital, cambio de posición en el grupo, los intervalos de sumergimiento varían, golpe al agua con la aleta caudal, bouncing, el grupo se observa repartido irregularmente en un área determinada (Lusseau 2003b).

“Milling”: se considera cuando los individuos en la superficie se encuentran mirando hacia distintas direcciones, los intervalos de sumergimiento varían y son cortos, el grupo cambia de dirección, espaciamiento del grupo varía, movimientos enérgicos, persecución de peces, es común observar el pedúnculo de la aleta caudal saliendo del agua y en ocasiones se relaciona con el forrajeo (Lusseau 2003b).

Descanso: el grupo se mueve lentamente (a menos de dos nudos) en una dirección constante, los intervalos están sincronizados siendo cortos y constantes, los individuos están muy unidos (Lusseau 2003b).

Viaje: se considera cuando los individuos se mueven rápidamente (a más de 3 nudos), todos en una misma dirección. Los cuerpos se encuentran juntos y se evidencia una sincronización en cuanto a la respiración (Lusseau 2003b, 2006).

Buceo: Se considera cuando la dirección del movimiento del grupo varía, el grupo se sumerge sincronizadamente por largos intervalos, el espaciamiento

del grupo varia. Dentro de esta categoría hay una subdivisión de tipos de inmersión (Lusseau 2003b).

Una vez identificado el comportamiento general del grupo, se dejaban diez minutos de intervalo antes de la siguiente toma de datos de 1 minuto (en la cual todos los datos anteriormente mencionados serán tomados de nuevo). Se consideraban grupos de delfines cuando los individuos estaban distanciados a no más de 10 metros uno de otro, basándose en protocolo propuesto por Lusseau (2004). Cada avistamiento duró aproximadamente 2 horas (tiempo aproximado de cada safari con delfines) realizando entonces en promedio 12 anotaciones comportamentales en presencia de botes. Finalmente se anotó la hora de la finalización del monitoreo, motivo de la finalización de ésta y la hora de llegada a la estación. Es de importancia no muestrear más de dos veces por día un mismo grupo, por lo tanto solo se muestreo una vez por día, ya que los comportamientos observados en un segundo muestreo pueden tener sesgos debido al impacto generado en el grupo en el primer avistamiento (Stensland 2006). Se realizó un protocolo para evitar factores alineados (ver anexo 1).

6.2.2 Avistamiento en ausencia de botes

Los datos tomados en este tipo de monitoreo fueron los mismos al anterior. La diferencia principal radica en que en Éste, el bote de investigación no se acercaba a menos de 400 mts de distancia del grupo de delfines para asegurar que no causara impacto en el comportamiento de estos cetáceos (Lusseau 2003). Por este motivo fue necesario utilizar binoculares de 10 x 50. El avistamiento se realizó de la misma forma: monitoreo durante 1 minuto cada 10 minutos, y la duración de éste dependía de condiciones ambientales (tormenta u oscurecimiento por fin del día) y de la presencia o pérdida del grupo.

6.3 Tratamiento estadístico de los datos

Todos los datos obtenidos se organizaron en una matriz en el programa SPSS 15.0 para Windows donde cada nivel de cada variable representaba un rango.

Se identifican principalmente dos tipos de variables: las “independientes” y las “dependientes”. Se definieron tres variables independientes y una dependiente: Número de botes, estación, lugar de avistamiento y estados comportamentales respectivamente (Tabla 1).

Variable	Categorías
Número de botes	(1) Ausencia de botes (2) Presencia de 1 o 2 botes (3) Presencia de 3 o 4 botes (4) Presencia de 5 o mas botes
Estación	Masika (época de lluvia) No masika (época seca)
Lugar de encuentro	Nombre aldea Kichangani Kipovu Kinazi Kizimkazi Makunduchi Mnaran Mtende Nshumbwi Ukuli Usine
Estados comportamentales	Socialización Descanso Viaje Buceo Milling
Frecuencia Respiratoria	Número de veces que respira por minuto un delfín seleccionado aleatoriamente.

Tabla 1. Variables presentes en el estudio con sus respectivas categorías.

Los datos se procesaron para obtener resultados relacionados con la ausencia o presencia de botes (niveles ya divididos en 5 anteriormente). Las variables tomadas como dependientes fueron los estados comportamentales de los delfines (viaje, milling, descanso, buceo, socialización) ya anteriormente establecidos siguiendo el modelo de Connor (2000).

Se realizaron básicamente dos análisis estadísticos para cumplir con los objetivos planteados: Análisis de correspondencia múltiple y cadenas de Markov. Para comprobar que era pertinente utilizar estas pruebas (que asume que hay dependencia entre las variables), fue necesario tener unos supuestos previos con los cuales se evidenciara la relación o dependencia entre los niveles de las variables independientes y los comportamientos de los delfines. Para esto se realizaron tablas de contingencia (Ver tablas de contingencia en Anexo 3) sobre las cuales se aplicó una prueba de bondad de ajuste de Análisis log lineal con la que se evaluó el coeficiente de asociación entre las variables de comportamiento inicial y sucesor, los comportamientos y la presencia de botes y la dependencia entre comportamiento de los delfines y la época, es decir, se quiso saber si la proporción de casos para cada categoría (ejemplos los 5 estados comportamentales) de una de las variables (comportamiento inicial) era independiente del valor que tomaba la otra variable (ejemplo: numero de botes).

El contrastar si existía o no asociación entre dos variables cualitativas se basa en calcular los valores de frecuencia esperados para cada una de las celdas en el caso de que efectivamente las variables fuesen independientes, y compararlos con los valores realmente observados. Si no existe mucha diferencia entre ambos, las variables eran independientes.

Los modelos log lineales permiten analizar las tablas de frecuencia. Para las tres variables planteadas en la tabla de contingencia (comportamiento inicial X, comportamiento sucesor Y, y presencia de botes Z), se pueden ajustar a los datos diferentes modelos:

Modelo (X,Y,Z): todas las variables son mutuamente independientes, no existiendo asociación entre ellas, por lo que el modelo queda reducido a

$$\ln F_{ij} = \lambda + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z$$

Modelo (X,YZ). En este modelo sólo se considera la asociación YZ. X es independiente de las otras dos variables

$$\ln F_{ij} = \lambda + \lambda_i^X - \lambda_j^Y + \lambda_k^Z + \lambda_{jk}^{YZ}$$

Modelo (XY,YZ). X es independiente de Z para cada valor de Y.

$$\ln F_{ij} = \lambda + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z + \lambda_{ij}^{XY} + \lambda_{jk}^{YZ}$$

Modelo (XY,YZ,XZ). Existe asociación dos a dos entre todas las variables, pero no se considera asociación conjunta entre las tres, de tal manera que la asociación entre dos de las variables es homogénea, no cambia, para cada nivel de la otra variable.

$$\ln F_{ij} = \lambda + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z + \lambda_{ij}^{XY} + \lambda_{ik}^{XZ} + \lambda_{jk}^{YZ}$$

Modelo (XYZ). Si el modelo anterior no se ajusta bien a los datos quiere decir que hay que considerar la asociación de las tres variables, de tal

manera que la asociación entre dos de ellas no es homogénea cuando cambia el nivel de la otra variable.

$$\ln F_{ij} = \lambda - \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z + \lambda_{ij}^{XY} + \lambda_{ik}^{XZ} + \lambda_{jk}^{YZ} + \lambda_{ijk}^{XYZ}$$

Con el fin de analizar si había independencia en las transiciones de comportamiento (el paso de un estado comportamental a otro) con respecto al tiempo, se diseñó una tabla de contingencia de 3 vías (también llamada saturada donde se relacionaron el comportamiento inicial del grupo de delfines, el comportamiento sucesor y la estación) en los datos obtenidos del muestreo control (ausencia de botes), y se analizó con una prueba Log lineal. De ser estable la probabilidad de transición, esto implica que la estación no tenía efecto en el resultado de las transiciones de comportamiento. Con esta prueba se compara el modelo saturado y el de dos vías verificando si son independientes mediante la Hipótesis nula: “los modelos saturados y de dos vías son independientes”. Para esta prueba se tomó un alfa de 0.05, si el valor calculado de la matriz de dos vías es mayor o igual al valor tabulado, se rechazara la hipótesis nula. Luego se compararon ambos modelos sacando la diferencia mediante la prueba de la razón de verosimilitud: ($\Delta G^2 = G^2_{2 \text{ vías}} - G^2_{\text{saturado}}$), donde los grados de libertad eran iguales a la diferencia entre los grados de libertad entre ambos modelos (Caswell 2000, Lusseau 2004).

Se ajustaron diferentes modelos a los datos obtenidos en el estudio y se identificó cuál se adecuaba mejor a los valores observados (como se muestra en la tabla 8). Para esto, se contrastaron dos modelos diferentes mediante el Cociente de Verosimilitud G^2 (likelihood ratio). Valores elevados de G^2 reflejan un mal ajuste del modelo a los datos, lo que corresponderá a un valor de probabilidad bajo (Caswell 2000). Finalmente con los valores obtenidos de gamma, se conoce el tipo de relación: si es positivo el valor,

indica que la relación entre las variables es proporcional , y si por lo contrario el valor es negativo, sugiere que la relación entre las variables es inversamente proporcional.

La hipótesis nula de estas pruebas fueron: “El comportamiento sucesor no está relacionado con el comportamiento inicial”, “Las variables de comportamiento y estación no están relacionadas” y “las variables de comportamiento y presencia de botes no están relacionadas”.

6.3.1 Análisis de correspondencia Múltiple

Este es un tipo de análisis multivariable para variables nominales que tiene el propósito de representar la relación entre dos o más variables con sus distintas categorías respectivas en un plano bidimensional (Ver tabla 1 para conocer las categorías de cada variable). Con este procedimiento, el grado de asociación entre las 7 variables de índole categórica puede evidenciarse de manera más perceptible mediante la conglomeración de puntos de un mismo tipo (variable) identificados en un diagrama, facilitando el análisis y la interpretación de los datos garantizando la menor pérdida de información obteniendo un número reducido de factores que permite explicar la mayor parte de la variabilidad total de las variables observadas.

El análisis de correspondencia utiliza las distancias del Chi-cuadrado para juzgar las proximidades para las variables. Estos se determinan con la ecuación

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_k [(f_{ki}/f_{.i}) - (f_{kj}/f_{.j})]^2 / f_k}$$

En el análisis de correspondencia, los objetos obtienen su peso a partir de sus frecuencias, y en el modelo

$$f_{ij} = \sqrt{f_{i.} \cdot f_{.j}} (1 + \sum_k \sqrt{\lambda_k} \psi_{ik} \Phi_{jk}),$$

se acomodan los datos observados, donde f_{ij} son las frecuencias observadas relativas, $x_{ij}/x_{..}$, $f_{i.}$ y $f_{.j}$ son las frecuencias relativas de las filas y columnas, λ_k es el valor verdadero de los k y los ψ_{ik} y Φ_{jk} son elementos de los factores de las matrices generadas entre filas y columnas (Rohlf, F.J 2000). Así, los factores describen el patrón de desviación desde la independencia. Si las filas y columnas son perfectamente independientes, entonces los valores verdaderos son iguales a cero (Rohlf, F.J 2000).

6.3.2 Cadenas de Markov

Las cadenas de Markov se realizaron con el fin de poder realizar una previsión del futuro en la que se analizará la evolución de los cinco estados comportamentales, teniendo en cuenta las interacciones de éstos con el número de botes, introduciendo la variable del tiempo (Caswell 2001).

Este modelo cuantifica la dependencia de un evento (estado comportamental del grupo) en el evento que lo antecedió, siendo una importante herramienta para predecir comportamientos futuros a largo plazo. La dependencia de los comportamientos puede estar afectada por cualquier factor que ocurra entre los eventos. Por tal razón, se evaluará principalmente la diferencia en la transición de un evento a otro dependiendo de la presencia o ausencia de botes (Hiebeler D. 2007).

En las cadenas de Markov existen distintos grados de dependencia (de orden cero, primero, segundo o tercero), pero para simplificar el análisis de éstos, se tomaron cadenas de orden cero (donde no hay dependencia) y primer orden (donde un evento depende directamente del evento que acabó de ocurrir) (Williams 2006, Caswell 2001).

En este estudio, las cadenas de Markov se realizaron sobre la transición de los estados comportamentales de los delfines que se clasificaron en 5: “milling”, descanso, buceo, socialización y viaje. Con esta información se realizaron tablas con las frecuencias de los casos observados para cada una de las diferentes categorías de las variables, mediante cuadros conocidos como tablas de contingencia.

Posteriormente se determinaron las probabilidades de transición (de un comportamiento precesor a uno sucesor) tanto en la cadena control como en la cadena de impacto mediante la formula:

$$P_{ij} = a_{ij} / \sum_{j=1}^5 a_{ij}$$

Donde i es el comportamiento precesor y j el sucesor, P_{ij} es la probabilidad de pasar de i a j en un momento a . El rango de la sumatoria va de 1 a 5 y que hay cinco comportamientos mutuamente excluyentes que pueden pasar de cualquier a cualquier estado indiscriminatoriamente. Cada transición es la proporción de tiempo que se observó a un grupo pasar de un estado a otro o seguir en un mismo comportamiento. Con esto se prosiguió a realizar un test de proporciones Z , para evaluar el efecto de las interacciones de botes en la matriz de probabilidades de transición de comportamientos. Cada control se comparó con su contraparte de impacto (Hiebeler 2007).

Para identificar las probabilidades de transición en un futuro, se debía conocer si los eventos eran independientes, es decir que se podía pasar de cualquier a cualquier estado. De asumirse esto, se pueden multiplicar las probabilidades con el fin de conocer las transiciones en comportamientos futuros (Lusseau 3003 *b*).

Se desarrolló un programa en visual basic en Excel con el fin de predecir las matrices de probabilidad de las transiciones en los comportamientos hasta

llegar a un punto en el que las probabilidades en las columnas de la matriz convergieran o se estandarizaran. Esto supondría que después de un gran número de interacciones con botes, no importa de cual estado se inicio, sino que se conocerá una probabilidad de estado a partir de la probabilidad del comportamiento inmediatamente anterior(Lusseau 2003b) .

Se verificó si las matrices de transición tenían columnas con elementos positivos; de ser así, cumplía con los teoremas que confirman que existen probabilidades ergódicas en las matrices, además de comprobar que las matrices estocásticas eran regulares, llegando a una distribución en equilibrio en el sistema (Hiebeler 2007).

Se realizó una tabla de contingencia de tres vías de todos los datos (es decir uniendo ambas cadenas-control e impacto) comparando: comportamiento precesor vs. Comportamiento sucesor Vs. presencia de botes (Ver tabla en anexo 4). Después se aplico un Análisis Log lineal para evaluar la independencia de ambos comportamientos (precesor y sucesor) de la presencia de botes. Se realizó una prueba de bondad de ajuste en el modelo de tres vías (con todos los datos) y en el de dos vías para poder identificar la diferencia entre éstos, y así evaluar el efecto de la presencia de botes en las transiciones de los comportamientos (Caswell 2001).

6.4 Evaluación de Avistamiento

Se realizó una evaluación de avistamiento cada salida que se hacía con turistas. Ésta se realizó con el fin de determinar si los operadores y responsables del avistamiento cumplían con las normas establecidas. La evaluación constó de 11 puntos básicos, los cuales se empezaban a evaluar una vez se encontraba el grupo de delfines. Los puntos de la evaluación se encuentran en el anexo 2.

7. RESULTADOS

Durante el período de muestreo que duró cuatro meses, se logró monitorear exitosamente grupos de delfines durante 52 días, basando el avistamiento en grupos focales. Se colectaron en total 237 transiciones comportamentales de las cuales 60 ocurrieron durante el monitoreo de control y 177 durante el monitoreo con botes turísticos (Tablas 2 y 3).

		Comportamiento inicial					Total
		Buceo	Milling	Descanso	Socializ	Viaje	
Comportamiento sucesor	Buceo	4	2	2	1	11	20
	Milling	0	7	2	0	0	9
	Descanso	0	1	8	0	0	9
	Socializ	0	4	0	8	0	12
	Viaje	0	1	1	0	8	10
Total		4	15	13	9	19	60

Tabla 2. Tabla de contingencia Comportamiento sucesor * Comportamiento precesor en ausencia de botes (avistamiento de control).

		Comportamiento inicial				Total
		Diving	Milling	Resting	Socializing	Travelling
						Diving

Comportamiento o sucesor	Buceo	26	8	12	1	54	101
	Milling	1	12	1	1	1	16
	Descanso	0	0	3	0	0	3
	Socializ	1	1	0	7	4	13
	Viaje	1	1	3	1	38	44
Total		29	22	19	10	97	177

Tabla 3. Tabla de contingencia del número de observaciones en las que se presentaron transiciones comportamentales (comportamiento precesor a sucesor) en presencia de botes.

7.1 Supuestos para las pruebas

Con el fin de identificar si existía relación entre el comportamiento precesor y el sucesor, se realizó la prueba de Chi-cuadrado de Pearson en la que se reflejó un valor de 280.059 ($p=0.000$). Al ser el $p<0.05$, se contrasta la Hipótesis nula que afirma que las variables de comportamiento precesor y sucesor son independientes, comprobando que hay una dependencia del comportamiento sucesor con el comportamiento inicial (Tabla 4), y que esta relación es directa, dada por el valor positivo de la prueba Gamma ($G=0.271$).

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	280.059 ^a	16	.000
Razón de verosimilitudes	199.656	16	.000
Asociación lineal por lineal	18.436	1	.000
N de casos válidos	237		

a. 13 casillas (52.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es .96.

Medidas simétricas

	Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Ordinal por ordinal Gamma	.271	.076	3.405	.001
N de casos válidos	237			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Tabla 4. Prueba de Chi-cuadrado para la relación de dependencia entre las variables de comportamiento inicial y comportamiento sucesor. El valor positivo de gamma en la medida de asociación ordinal demuestra que la relación es directa entre las variables.

Mediante la prueba de bondad de ajuste se evidenció una relación de dependencia entre el comportamiento de los delfines y la presencia de botes ($\text{Chi}^2=280.59$, $gl= 16$, $p= 0.000$). También se realizó la prueba de bondad de ajuste para comprobar la relación entre el comportamiento de los delfines y la estación. Se comprobó que el comportamiento de los delfines también depende de la estación ($\text{Chi}^2=145.582$, $gl= 40$, $p=0.00$).

Con estas pruebas se evidenció una relación entre las variables permitiendo realizar un análisis de correspondencias múltiples. Esta técnica estadística se utilizó para analizar, desde un punto de vista gráfico, las relaciones de dependencia e independencia entre las variables más importantes del conjunto de variables categóricas totales (variables observadas en la Tabla 1) a partir de los datos de una tabla de contingencia.

7.2 Análisis de Correspondencia Múltiple.

Los resultados obtenidos muestran que la información se puede organizar en dos dimensiones (ver tabla 5) ya que casi la totalidad de la varianza de los

datos se explica mediante un 50.783% de varianza para la primera dimensión y un 43.663% para la segunda dimensión (abarcando el 94.45% de la información total). Ambas dimensiones proporcionan cierta información según las distancias, con sus respectivos valores propios (eigen values). El valor propio al cuadrado corresponde a la inercia, que se ubica en la cuarta columna en la tabla 5. El valor propio mayor de la primera dimensión y su inercia refleja que ésta proporciona una información más completa que la segunda y, por consiguiente, permite interpretar mejor la nube de puntos y cómo se relacionan ambas variables. Sin embargo, la diferencia entre ambas dimensiones no es relevante, lo cual indica que la segunda dimensión también puede proporcionar información significativa. Así, mediante este procedimiento se puede observar en la gráfica el grado de relación entre las categorías de cada variable según su proximidad.

Dimension	Cronbach's Alpha	Variance Accounted For		
	Total (Eigenvalue)	Inertia	% of Variance	Total (Eigenvalue)
1	.687	2.063	.516	51.575
2	.519	1.637	.409	40.932
Total		3.700	.925	
Mean	.613(a)	1.850	.463	46.254

a Mean Cronbach's Alpha is based on the mean Eigenvalue.

Tabla 5. Resumen del modelo del Análisis de Correspondencia Múltiple en el que se representa que la información puede explicarse en dos dimensiones. Eigen value es el valor propio.

A partir de los resultados obtenidos del análisis de correspondencia Múltiple, donde las variables se acomodan en dos dimensiones, se pudo identificar

que las variables que más se acomodaron y por consiguiente más se relacionaron en la dimensión 1 fueron la estación (0.319) y el número de botes (0.396) (ver figura 2), como lo muestra la tabla 6 (medidas de dispersión). También se identificó que tanto el comportamiento precesor como el comportamiento sucesor mantienen una proporción muy similar en ambas dimensiones (Comportamiento inicial en dimensión 1 y 2 fue de 0.665 y 0.779 respectivamente), comprobando que están incorporadas en ambas dimensiones relacionándose así entre ellas y con las otras variables.

	Dimension		Mean
	1	2	
Estación	.319	.003	.161
Comportamiento precesor	.665	.779	.722
Comportamiento sucesor	.683	.807	.745
Número de Botes	.396	.049	.222
Active Total	2.063	1.637	1.850
% of Variance	51.575	40.932	46.254

Tabla 6. Medidas de discriminación. Se muestran las dimensiones a las cuales mejor se ajustan cada una de las variables tenidas en cuenta en el análisis de correspondencia múltiple.

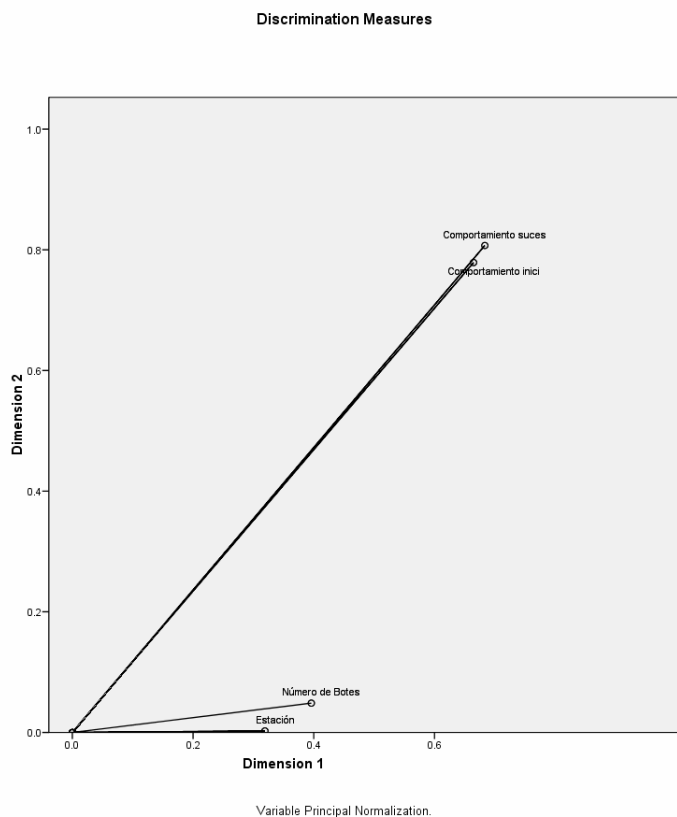


Figura 2. Grafico que explica las medidas de dispersión en el análisis de Correspondencia Múltiple entre: número de botes, estación, comportamiento final, comportamiento inicial.

Adicionalmente, Los resultados muestran homogeneidad entre las variables (nube de puntos o conglomeración) destacando una clara asociación entre el número de botes y el comportamiento (Figura 4). En la dimensión 1, se observa que el comportamiento de los delfines no se ve afectado en ausencia de botes ó en presencia de uno o dos, ya que presenta y mantiene un estado comportamental de Milling. De igual modo, se presenta como estado precesor el descanso y se mantiene en éste especialmente en los sitios de muestreo Usine y Ukuli. En la parte superior izquierda de la gráfica (Figura 4) se evidencia un agrupamiento entre las variables de

comportamiento precesor y sucesor de socialización durante la ausencia o presencia de uno a dos botes. Éste análisis sugiere que el comportamiento de socializar se mantiene cuando los delfines se encuentran en los sitios de muestreo Kipovu y Usine, los cuales se identificaban por indicación del capitán y coordenadas del GPS.

En la dimensión 2 se relaciona mejor la estación con el tipo de comportamiento, sin embargo también se puede evidenciar una clara relación entre el número de botes y la transición de comportamiento en el grupo de delfines (Figura 4). Se observa que el comportamiento de socialización se manifiesta y permanece durante la época de lluvia (masika) y con la presencia de máximo 2 botes. El gráfico también demuestra que durante la presencia de tres o más botes en el lugar donde se encuentran los delfines, se destacó un comportamiento continuo de viaje, y el comportamiento de buceo seguido por él mismo o seguido por el viaje. Esta tendencia se presentó en gran medida en los lugares de Mnaran y Usine en época de no lluvia (no masika). Referente a la relación entre los comportamientos de descanso y “milling”, se hace evidente que éstos se presentaron y se mantuvieron en su mismo comportamiento cuando era la época seca (no masika).

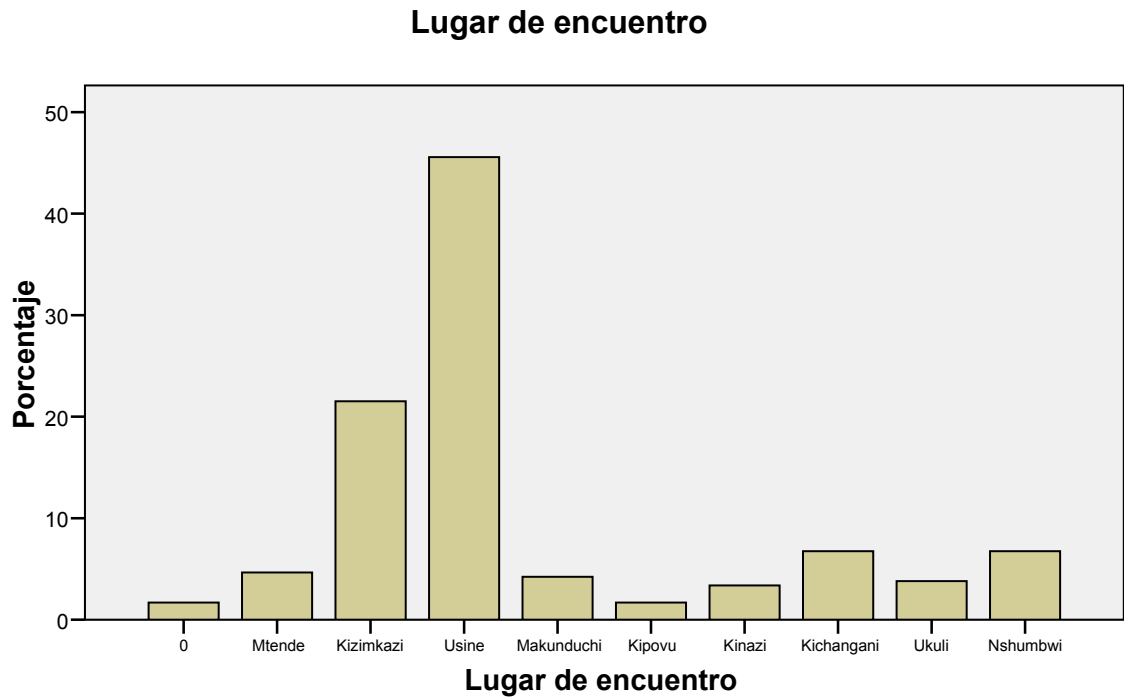
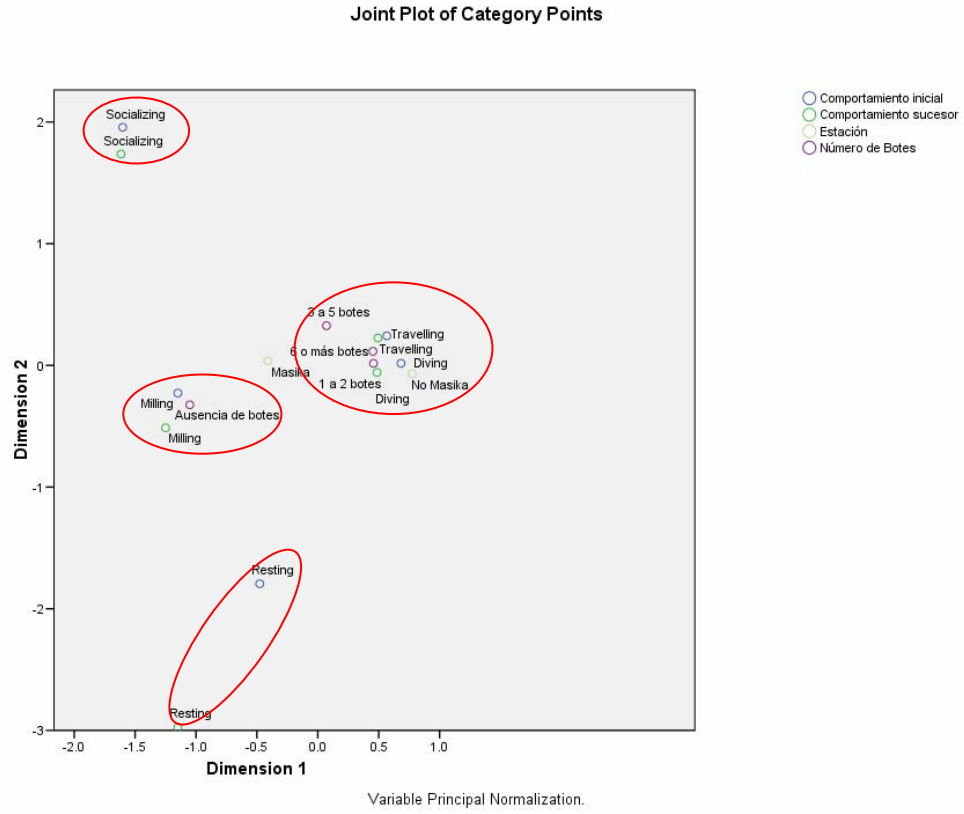


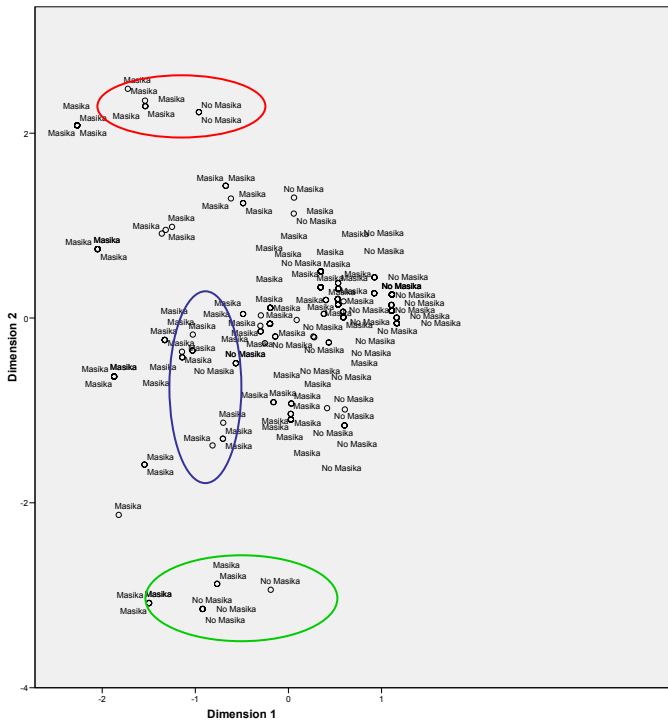
Figura 3. Frecuencia de lugar de encuentro de los delfines en presencia de botes. El valor cero indica el margen de error en las coordenadas de los datos.

La información de correspondencia múltiple se puede observar de modo más claro y específico en las figuras 4 a,b,c,d comparando el número de botes con las otras variables para obtener una información más clara (al tratar de sobreponer un cuadrante en el siguiente).

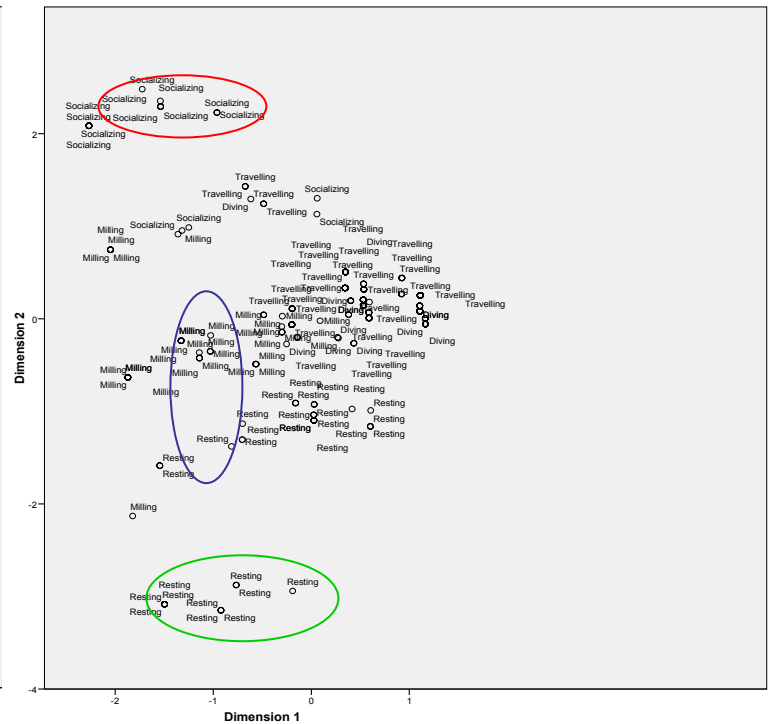
a.



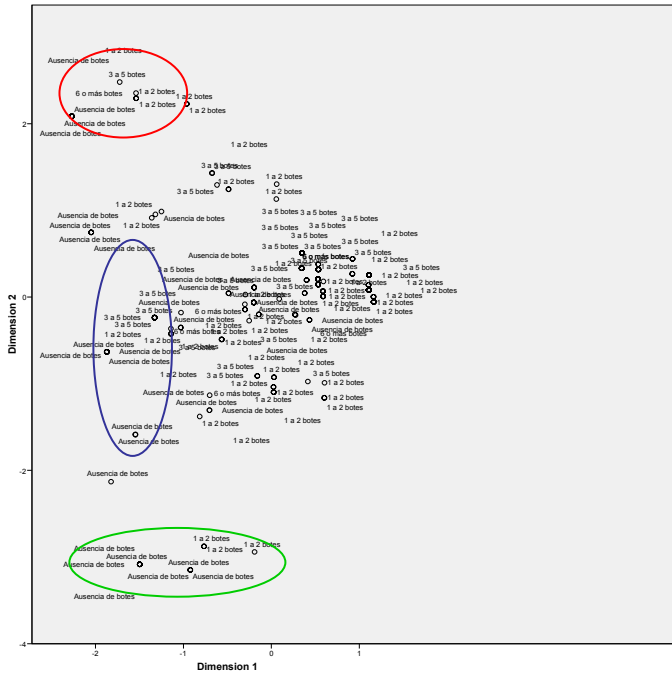
b.



c. **Error!**



d.



e.

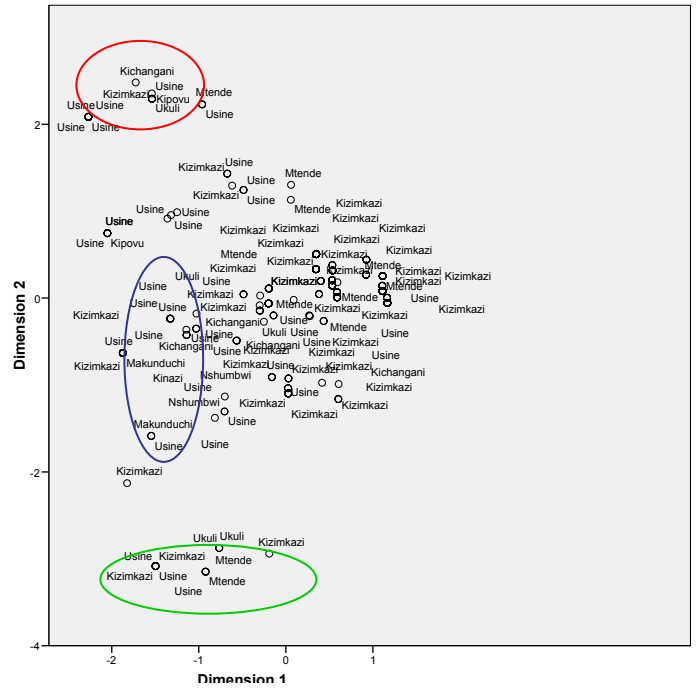


Figura 4. Diagramas del Análisis de Correspondencia Múltiple. **4a)**Diagrama resumen del Análisis de correspondencia Múltiple de todas las variables en un solo cuadro. Los datos se obtuvieron a partir de una tabla de contingencia saturada con la información de 4 variables; Estación, comportamiento inicial, comportamiento sucesor, y lugar de encuentro. Los puntos aconglomerados suponen una relación entre las variables como se evidencia en los círculos de color. Las figuras **4b,c,d** y **e** representan los diagramas específicos para cada variable.

7. 3 Cadenas de Markov

Efecto de la interacción de botes.

La transición de los estados comportamentales no fue estable en el tiempo ($\Delta G^2 = 104.651$, $df=40$, $p=0.000$). La prueba de verosimilitud entre el modelo saturado y el de dos vías, el cual se saca de la prueba de bondad de ajuste del modelo de dos vías fue significativa demostrando que la transición de

comportamientos varía dependiendo de la estación (lluvia o “masika” y seca, no masika).

Mediante el análisis Log lineal, en el cual se compararon y se identificaron los distintos modelos, se identificó que la interacción con botes tuvo un efecto en la transición de los estados comportamentales ($\Delta G^2 = 38.038$, $df=60, p=0.9$). Los resultados demuestran que el modelo que más se ajusta al modelo de frecuencias esperadas es el paso 3 representado en la tabla 8. Este modelo sugiere que existe una dependencia directa entre la transición de comportamientos en el grupo de delfines con respecto al número de botes ($p= 0.046$), y por lo tanto, las variables deben mantenerse en el modelo. Adicionalmente, el Análisis log lineal también sugiere y ratifica que hay una dependencia del comportamiento sucesor respecto al comportamiento inicial incluso durante la presencia de botes ($p= 0.000$).

Resumen de los pasos

Paso ^b	Efectos	Chi-cuadrado ^a	gl	Sig.	Número de iteraciones	
0	Clase generadora ^c	NB ^{*i} j	.000	0	.	
	Efecto eliminado 1	NB ^{*i} j	26.579	48	.995	6
1	Clase generadora ^c	NB ^{*i} , NB ^{*j} , i ^{*j}	26.579	48	.995	
	Efecto eliminado 1	NB ^{*i}	11.459	12	.490	2
	2	NB ^{*j}	21.302	12	.046	2
	3	i ^{*j}	181.224	16	.000	2
2	Clase generadora ^c	NB ^{*j} , i ^{*j}	38.038	60	.988	
	Efecto eliminado 1	NB ^{*j}	39.734	12	.000	2
	2	i ^{*j}	199.656	16	.000	2
3	Clase generadora ^c	NB ^{*j} , i ^{*j}	38.038	60	.988	

a. Para 'Efecto eliminado', éste es el cambio en la Chi-cuadrado después de eliminar el efecto del modelo.

b. En cada paso, se elimina el efecto con mayor nivel de significación para el Cambio en la razón de verosimilitudes, siempre que el nivel de significación sea mayor que .050.

c. Se muestran los estadísticos para el mejor modelo en cada paso después del paso 0.

Tabla 8. Análisis Log lineal de tabla de contingencia comparando: numero botes x comportamiento inicial X comportamiento sucesor j.

Se encontró que las cadenas de Markov eran homogéneas, pues cumplieron con los supuestos en que:

-Para cada periodo, cada grupo focal en el sistema se encuentra exactamente en uno de los estados comportamentales definidos. Al final de cada periodo, cada grupo cambia a un nuevo estado o se mantiene en el mismo por otro periodo.

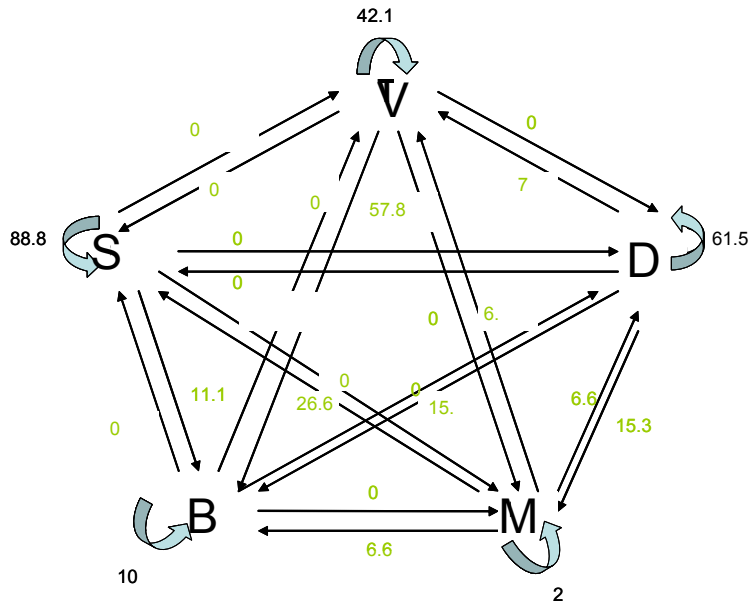
-Los grupos focales se mueven de un estado a otro de acuerdo a la probabilidad de transiciones la cual depende solo del estado actual. La probabilidad total de movimiento de un estado a otro (también se cuenta como movimiento el paso de un estado al mismo de un periodo a otro) debe ser igual a uno.

-Las probabilidades de transición no cambian durante el tiempo (es decir la probabilidad de pasar del estado S al M será la misma en cualquier momento en el futuro).

En la cadena de Markov de impacto, se evidencia que uno de sus comportamientos, el buceo, en la cadena de control presenta un estado absorbente ya que la probabilidad de ij (comportamiento precesor-sucesor) es igual a 1, lo que significa que éste es un estado que se mantiene en el mismo (Gráfica 5).

Se comprobó que las cadenas de Markov son homogéneas debido a que después de correr el programa del modelo a más de 3000 interacciones, llegó un punto en el que las probabilidades de transición de un comportamiento a otro se estabilizaron llegando a una asíntota.

A.



B.

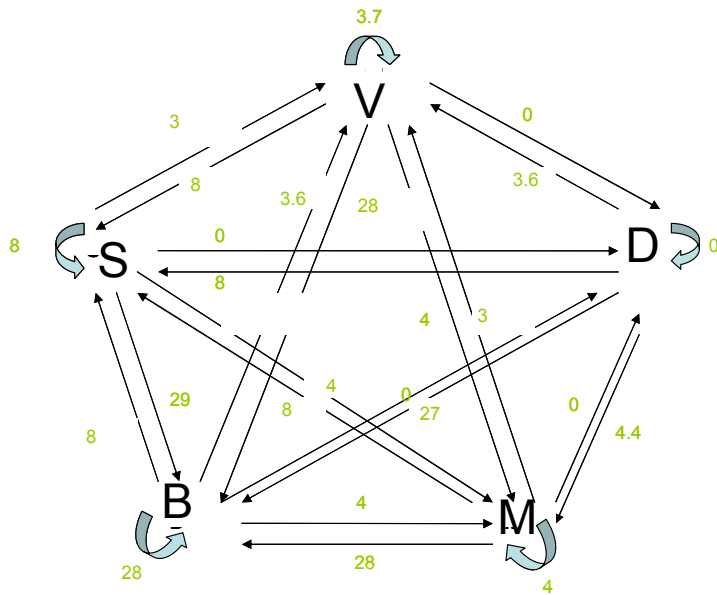


Figura 5. Cadenas de Markov representando las probabilidades de transición en el estado comportamental. A) Probabilidades de transición en cadena de control (ausencia de botes), B) Probabilidades de transición en Presencia de botes. Los valores están dados en porcentajes. Los estados comportamentales están definidos en la metodología. Cada letra representa un estado comportamental. **B:** buceo, **D:** descanso, **M:** milling, **S:** socialización, **V:** viaje.

Durante la presencia y ausencia de botes, se encontraron cuatro tipos de transiciones (Ver figura 5.) significativos. En presencia de botes, se identificó el aumento en dos transiciones: de Milling→milling y descanso→Buceo, mientras que en ausencia de botes se vio una disminución de transiciones, es decir un efecto negativo (de acuerdo a la grafica 5) en: descanso→descanso y de milling→socializar. En la mayoría de los casos en las que se detectó un incremento en la probabilidad de transición, se observó el viaje como el comportamiento sucesor en la cadena de impacto (presencia de botes).

La figura 6 representa el efecto de los botes en la transición de los estados comportamentales de los delfines. Se muestra que entre más amplia sea la diferencia en el test de bondad de ajuste y si esta diferencia es negativa, la transición de comportamientos se hace más evidente en el muestreo control. Además muestra que la probabilidad de transición está disminuyendo, evidenciando el efecto negativo (ya que su frecuencia se vio disminuyendo).

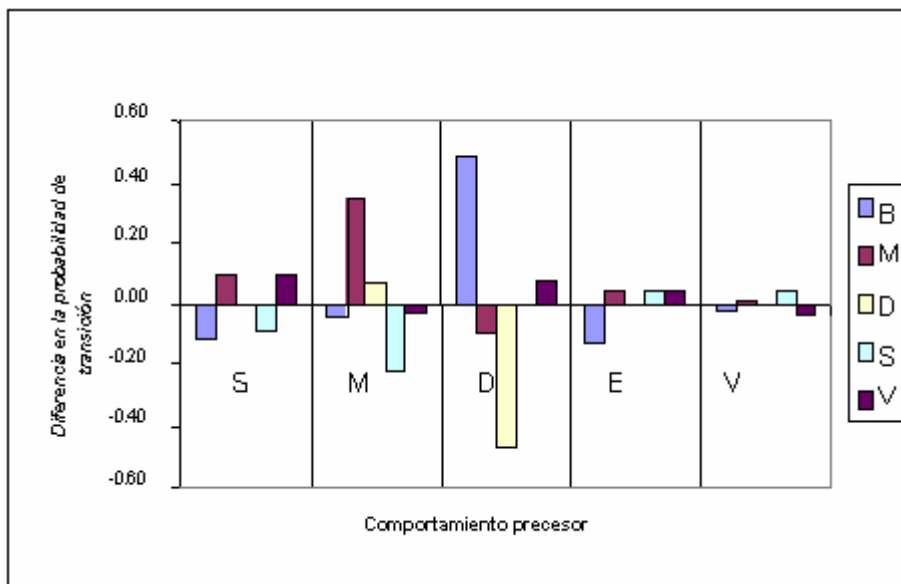


Figura 6. Efecto de la interacción de botes en la transición del estado comportamental de los delfines, basándose en la diferencia en cuanto a la probabilidad de transiciones (P_{ij} (impacto)- P_{ij} (Control)). Así, un valor negativo demuestra que la transición de

comportamientos de la cadena del Control es superior a la cadena del impacto. La gráfica esta dividida verticalmente en cinco partes, cada una representando un estado precesor. Las barras corresponden al comportamiento sucesor. Los estados comportamentales están definidos en los métodos.

Se observa que la magnitud de la diferencia en las probabilidades de transición entre las dos cadenas (impacto y control) es importante (Ver Gráfica 6). La probabilidad de mantenerse en un estado de socialización ($P_{so \rightarrow so}$) y la probabilidad de mantenerse en estado de descanso ($P_{des \rightarrow desc}$) disminuye al interactuar con botes. La probabilidad de mantenerse en un estado de socializar bajó de un 88% a un 8%, mientras que la diferencia en mantenerse en estado de descanso fue de un 64%. La probabilidad de cambiar de estado de socializar, “milling”, descanso a viaje se dobla en presencia de botes. No se observó transición a descanso en los delfines cuando ocurría una interacción con botes. Finalmente la probabilidad de transición de socializar a bucear incrementó drásticamente de 11.1% a un 29%.

Se determinaron las proporciones de los estados comportamentales según el número de botes siguiendo el modelo de cadenas de markov homologas para después de 3000 interacciones (Gráfica 7). Se evidencia que un 65.2% de las interacciones en presencia de seis o más botes tiende a presentar comportamiento de viaje. En presencia de más de tres botes, el comportamiento que no se presentó fue el descanso, y enseguida, con más de tres botes el comportamiento de socialización alcanza tan solo un 6%.

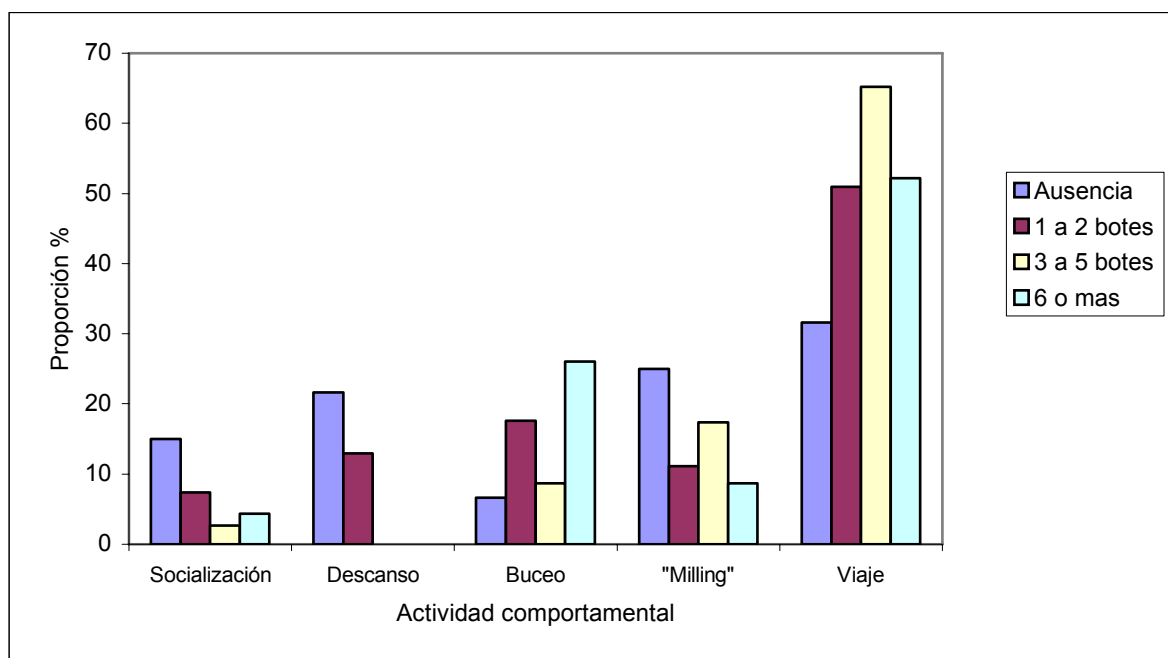


Figura 7. Proporciones de los estados comportamentales según las predicciones efectuadas por las Cadenas de Markov.

7. 4 Evaluación de avistamiento.

Se realizaron en total 40 salidas con botes turísticos en los cuales se evaluó el seguimiento de las normas para el control de los avistamientos de delfines. Los resultados demostraron que el avistamiento no cumple con las pautas adoptadas en 1998 por el Área de Conservación de Menai Bay y por consiguiente, está generando un mayor impacto sobre las poblaciones de delfines del que podría ocurrir sin la presencia de botes. Se reportaron movimientos bruscos del bote en un sesenta y nueve por ciento (69%) de los avistamientos realizados con turistas. Una norma sugiere evitar la persecución de los delfines pues en principio, el avistamiento debe resultar del encuentro casual con el grupo. En los avistamientos se reportó que en un

setenta y ocho por ciento (78%) de las veces, los operadores perseguían al grupo y de las veces que los turistas saltaban al agua, un sesenta y un por ciento (61%) perseguía a los delfines. A pesar de que en cada interacción los delfines tenían la mayoría de las veces una vía de escape (81% de las veces), se observó con frecuencia que los botes rodeaban a los delfines (con un 59% de las veces) y el acercamiento a éstos era por todos los lados (62%) cuando las normas dicen que el avistamiento debe ser por detrás del grupo o por el lado.

Las normas indican que los turistas pueden sumergirse en el agua para “nadar con los delfines”, pero prohíbe que estos salten en el agua. Durante los avistamientos, se observó la violación de esta norma en un setenta y un por ciento (71%) de las veces. Debido a esto, pudo observarse que los delfines en un ochenta y seis por ciento de las veces que interactuaron con botes (86%) demostraron comportamientos de estrés como el evento de Slap tail (48%), leap tail (9%) y cambio de dirección radical (29%). Finalmente el acercamiento a madres con cría fue poco frecuente (22%).

8. DISCUSIÓN

En muchos casos, los avistamientos de cetáceos se han adoptado como estrategias para proteger y conservar a especies de la explotación directa e indirecta causada por acciones antrópica. Sin embargo, en diferentes estudios se ha sugerido que los avistamientos pueden tener impactos negativos (Corkeron 2004) sobre las poblaciones de cetáceos. Éstos, causados por los disturbios humanos, se miden frecuentemente en términos de estados comportamentales, a partir de los cuales se puede medir la susceptibilidad de los animales a los cambios (Lemon 2005). En el caso de los cetáceos pequeños, la respuesta comportamental a botes motorizados

puede variar considerablemente ya sea acercándose, huyendo o en algunos casos ignorando al bote (Lemon 2005).

8.1 Flexibilidad en el comportamiento

Es importante precisar que aunque se han desarrollado estudios similares en otras áreas del mundo, los resultados obtenidos pueden variar debido a la flexibilidad en el comportamiento de los delfines. Debido a esta capacidad de adaptarse a diferentes condiciones, pueden presentar comportamientos distintos favorables según las condiciones ambientales en las que viven y según sus experiencias. Bearzi (1999) comprobó esta flexibilidad en el comportamiento de forrajeo en delfines nariz de botella *T. truncatus* en el norte de Mar Adriático, donde las estrategias de alimentación variaban según la estación del año. Esta flexibilidad también comprueba porqué en distintos estudios, la respuesta de los delfines ante la presencia de botes es diferente, como es el caso de los delfines Hector (*Cephalorhynchus hectori*) en Porpoise Bay en Nueva Zelanda, los cuales tienden a acercarse a los botes en la fase primaria de los encuentros y después de un tiempo (aproximadamente 70 minutos) muestran menos interés y tienden a irse (Bejder 1999).

En el presente estudio se hizo evidente la dificultad para muestrear adecuadamente los estados comportamentales de los delfines debido a su amplio rango de acción vertical (en la columna del agua), además de otros factores como velocidad en el nado y la frecuencia respiratoria. Las comparaciones del comportamiento en presencia del bote de investigación versus otros botes, mostró una diferencia significativa en las dos estaciones. Esto sugiere que el bote de investigación puede considerarse como una plataforma de observación control. Sin embargo, es pertinente precisar que esto no implica que el bote de investigación no cree ningún impacto (Constantine 2003).

8.2 Cadenas de Markov

Aplicar un análisis de matrices de transición en el estudio en campo del comportamiento de los delfines puede proveer más información que lo que técnicas estandarizadas hasta el momento han logrado. Aunque el modelo en este estudio no pretende predecir el tipo o dirección del desplazamiento que tendrá la población de delfines en diez años, si puede proporcionar información predictiva cuantitativa acerca del tipo de comportamiento que tendrán los delfines y sus tendencias en el uso del hábitat en presencia de botes de turismo (Wooton 2004).

A partir del análisis log lineal en el modelo de cadenas de Markov, fue posible detectar la relación y el efecto de las interacciones de los botes en las transiciones comportamentales de los grupos de delfines. Los resultados obtenidos a partir de las cadenas de Markov demuestran un panorama poco alentador, donde hay una fuerte tendencia al decrecimiento en el descanso y en el “milling” del grupo de delfines además del aumento del viaje y gasto de energía (Figura 5).

Los modelos de las cadenas de Markov han demostrado confiabilidad y tener una buena aproximación a la realidad. Esto ha sido comprobado por Wooton (2004), quien comparó datos reales con las predicciones planteadas por las cadenas de Markov, acerca de las consecuencias de la extinción de especies de corales en Tatoosh Island, Estados Unidos, obteniendo resultados significativamente similares.

8.3 Impacto del ecoturismo en los estados comportamentales de los delfines

El análisis de correspondencia múltiple y el análisis de matrices de transición clarifican que las interacciones con botes de turismo afectan el tiempo invertido en cada uno de los distintos estados comportamentales de los delfines nariz de botella, *T. aduncus* en el Área de Conservación de Menai bay en Zanzíbar, generando un alto costo energético al realizar actividades o interrumpir eventos comportamentales de gran importancia tales como la alimentación, el cortejo, el apareamiento y por ende, el éxito reproductivo individual (Hodgson & Marsh 2007).

Al parecer los delfines están precavidos con el acercamiento de botes y consecuentemente cambian su comportamiento precesor en la superficie de descanso al viaje o al buceo, cambiando sus frecuencias respiratorias y la dirección de viaje, desplazándose lejos de los botes motorizados. Esto concuerda con el estudio realizado en New South Whales, Australia, en el cual se midió la respuesta de los delfines nariz de botella frente a botes con motor, donde se evidenció que tanto la presencia de éstos como el sonido producido interferían en el comportamiento inicial de los delfines promoviéndose el cambio radical de dirección (Lemon 2005).

8.3.1 Estado de Buceo

Según análisis de correspondencia múltiple se hizo evidente que los comportamientos de evasión y sumergimiento ocurrieron frecuentemente en época seca, lo cual coincide con la época de turismo alto, mientras que en época de lluvias, cuando la densidad de turistas es baja (entre 2 y 5 botes por semana), los delfines mantuvieron un comportamiento de descanso y

socialización en mayor medida sin manifestar cambios radicales (Figura 4 y Anexo 6).

Las predicciones según las cadenas de Markov proponen que las probabilidades de transiciones al buceo aumentarán en las próximas 3000 interacciones desde la socialización (pasando de un 11.11% a un 29%), desde descanso (pasando de un 15.3% a un 27%) y desde “milling” (pasando de un 6.6% a un 28%). Esto evidencia que cuando los animales perciben situaciones de amenaza, adoptan tácticas de escape las cuales ocurren en una escala temporal y espacial. Los cetáceos responden realizando evasiones verticales, tales como incrementar la duración de sumergimiento o adoptar evasiones horizontales cambiando la dirección de su nado. Esto se ha reportado en el caso de las orcas *Orcinus orca*, que en presencia de botes adoptan vías no predecibles (Williams et al 2002) y en los delfines *T. truncatus* alterando su dirección de viaje apartándose de los botes motorizados (Lemon 2005). Por otro lado, en cuanto a los comportamientos efectuados por madres y crías en presencia de botes, se ha reportado un incremento en su duración de sumergimiento, como estrategia de evasión (Nowacek et al. 2001, Constantine 2001).

8.3.2 Estado de Descanso

En el estudio se evidenció la variación de los estados comportamentales de los delfines de acuerdo al número de botes, en particular el comportamiento de descanso, el cual disminuía a medida que el número de botes aumentaba. La diferencia entre las probabilidades de transición de la cadena control y de impacto demostró que los botes afectaron los estados comportamentales, haciéndose más evidente el comportamiento de viajes después de interactuar con botes (Grafica 5). El comportamiento de descanso fue observado durante el control (en presencia del bote de muestreo) (21.66%),

observado con menor frecuencia cuando habían uno o dos botes (12.9%) y rara vez cuando habían más de 3 botes (0.05%).

Las predicciones según las cadenas de Markov proponen que las probabilidades de transiciones al descanso disminuirán en las próximas 3000 interacciones desde "milling" (pasando de un 15.3% a un 4.4%) y que se mantengan en el estado de descanso (pasando de una frecuencia del 61.5% a una frecuencia del 0%). La reducción en el comportamiento de descanso debido a los disturbios humanos se ha observado también en otros estudios. Lusseau (2003) encontró que los delfines nariz de botella en Fjordland, Nueva Zelanda, disminuían substancialmente el comportamiento de descanso y la socialización en la presencia de botes, disminuyendo a un 1% el comportamiento de descanso en presencia de botes, contrario al 11% observado cuando el bote de investigación estaba solo a mas de 400 mts. (Lusseau 2003).

La disminución en el presupuesto comportamental de descanso es preocupante ya que éste es un estado importante y fundamental para la salud de muchas especies de animales. Los efectos de la reducción en el comportamiento de descanso aún no son bien conocidos, pero estudios en aves y otros mamíferos han demostrado que esta disminución promueve un estrés fisiológico. El estrés se define como la respuesta biológica de un individuo cuando éste percibe una amenaza a su homeostasis. Este causa cambios biológicos negativos significativos en el animal. Una vez el sistema nervioso percibe la amenaza, desarrolla una respuesta biológica o tipo de defensa que consiste en la combinación de cuatro respuestas: respuesta comportamental, respuesta del sistema nervioso autonómico, respuesta endocrina y respuesta inmune(Moberg 2000).

Durante el stress, el sistema nervioso autónomo afecta un diverso número de sistemas biológicos, incluyendo el sistema cardiovascular, el sistema

gastrointestinal, las glándulas endocrinas y la medula adrenal. Los resultados de esto son cambios en la frecuencia del corazón, presión sanguínea y actividad gastrointestinal (Moberg 2000).

Las consecuencias del stress debido a las interacciones con humanos se ha demostrado en el incremento del gasto de energía en especies de pingüinos como *Pygoscelis adeliae*, donde la frecuencia cardíaca incrementa y como resultado, disminuye el éxito reproductivo en estas aves (Hastie *et al.* 2003). En general, una reducción en el descanso se evidencia en una reducción en las reservas de energía lo cual afecta la eficiencia de forrajeo, niveles de vigilancia y niveles de cuidado parental (Hastie *et al.* 2003).

Según un amplio estudio británico, se ha identificado que los mamíferos que no descansan la suficiente cantidad de horas, son dos veces más propensos a morir por enfermedad cardíaca, pues ocurre un aumento de la presión sanguínea que, a su vez, está ligada al incremento del riesgo de ataque cardíaco y accidente cerebrovascular (ACV). En humanos se ha detectado que como consecuencias fisiológicas del mal sueño ocurren: razonamientos y reacciones retrasados, problemas de comunicación, problemas de concentración y recordatorio de cambios importantes, mal cálculo de situaciones complejas, estrechamiento del campo visual y visión turbia (Moberg 2000).

8.3.3 Estado de Socialización y “milling”

En los resultados obtenidos también se hizo evidente que el comportamiento de socialización y “milling” después de una interacción del grupo focal de delfines con los botes decrecía. El incremento en la probabilidad de transición de socialización a buceo (11.1% a 29%) puede representar una

respuesta que explica el efecto de la presencia de botes en las tasas de socialización. Los delfines nariz de botella (*T. aduncus*) residentes del área de conservación de Menai Bay realizan varias actividades de socialización tanto aéreas como en la superficie, tales como frotamiento, mordisqueo, persecución entre individuos del mismo grupo y saltos de distintos tipos (Särnblad 2005). Al evidenciarse un incremento y una diferencia significativa en el buceo de los delfines en presencia de botes (Ver grafica 6), es posible que los delfines continúen socializando cuando ocurren interacciones con botes, pero pueden cambiar la manera de socializar interactuando con mayor frecuencia bajo superficie. Por este motivo también es posible que un incremento en el buceo después de un estado de socialización, tras una interacción con un bote represente una evasión vertical de botes en vez de presentar un cambio en el estado comportamental (Lusseau 2003). Esto también podría comprobarse con el hecho que esta especie puede pasar fácilmente de un estado comportamental con actividades en superficie a actividades bajo el agua (Lusseau 2004).

Es importante tener en cuenta que en animales como el delfín nariz de botella, la ruptura en las relaciones sociales puede comprometer la cohesión del grupo debido a una separación física entre los individuos, afectando también la comunicación mediante señales acústicas (Lemon 2005). Esta problemática ha generado consecuencias delicadas en las hembras, ya que la estrategia reproductiva de éstas, a diferencia de los machos, se enfoca en la protección de la cría y el acceso a la comida. Esta estrategia se ve afectada cuando los botes interrumpen las actividades de madre y cría además de interferir en las frecuencias de sonido que emiten para la comunicación (Mann 2000, Constantine 2001).

Aunque en este estudio no se tuvieron en cuenta pruebas de bioacústica de los delfines, en otros estudios se ha demostrado que durante la presencia de botes, las variaciones en los estados comportamentales implican a la vez la modificación de sus frecuencias de audición, con el fin de amplificar la detección de señales (Van Parijs 2001). Bajo condiciones normales, los cetáceos tienen la capacidad de escuchar a 500KHz, e interpretar sonidos de ecolocalización y comunicación sobre 20 KHz. Se ha reportado que los delfines nariz de botella de la Florida incrementan las frecuencias de silbido cuando los botes se acercan, siendo la velocidad y dirección a la que viajan los botes son factores primordiales en la conducta social y auditiva de los delfines (David 2006). Los botes que viajan despacio parecen causar menos disturbios acústicos en los delfines pues emiten frecuencias bajas de menos de 300 Hz sin interferir con los decibeles necesarios para la comunicación entre delfines(Sai Leung Ng 2003).

8. 3.4 Estado de viaje

En varios estudios se ha demostrado que los mamíferos marinos pueden moverse temporalmente lejos de su hábitat natural durante periodos de alta actividad de botes, pero vuelven al mismo lugar cuando el tráfico se ha reducido (Lusseau 2004), o pueden abandonar una región preferida tanto como dure el disturbio (Bejder 2007).

En este estudio, mediante el análisis de correspondencia se observó un incremento en la frecuencia del viaje de los delfines a medida que el número de botes aumentaba a lo largo de las estaciones. El comportamiento de viaje se observó frecuentemente con la presencia de más de 3 botes (65.2%) y

disminuyó cuando solo el bote de muestreo estaba presente (31.6%) (Grafica 7).

Las predicciones según las cadenas de Markov proponen que las probabilidades de transiciones al viaje aumentarán en las próximas 3000 interacciones desde el buceo (pasando de una frecuencia del 0% a una del 3.6%), y desde la socialización (pasando de un 0% a un 3%). Estos resultados demuestran que el tráfico de botes ha causado impactos negativos (interrupción en el presupuesto comportamental normal) en los animales coincidiendo con los resultados de otros estudios especialmente en “milling” y en la socialización. En Shark Bay, Australia, se evaluaron los impactos del ecoturismo en las abundancias de los delfines nariz de botella, y se demostró que en presencia de un solo bote no había una diferencia en la abundancia de delfines entre los periodos de turismo y no turismo. Sin embargo, cuando habían dos o más botes, se observaba un decrecimiento en el promedio de abundancia de delfines de aproximadamente 1 individuo cada 7 (Bejder 2007). También Jefferson (2000) reportó la evidencia de impacto negativo al encontrar heridas hechas con hélices de botes en seis delfines (que representaban el 2.8% del catálogo de animales del lugar) y un 12.5% de de delfines muertos por colisión con botes (Sai Leung 2003).

8.4 Impacto de botes en el uso de hábitat

Mediante el análisis de correspondencia múltiple, se identificó una relación clara entre las transiciones comportamentales conforme al lugar y al número de botes. Se conoce que los patrones de distribución de los delfines se relacionan con los comportamientos de forrajeo u oportunidades, y estos comportamientos se ven en gran medida en áreas utilizadas intensamente por los delfines. Las características del hábitat submarino pueden ser un factor significativo en la eficiencia del forrajeo (Hastie 2004). En el estudio, el

lugar en el que se encontraron los delfines con mayor frecuencia fue en Usine (ver anexo tabla de contingencia lugar Vs comportamiento), lo cual concuerda con el estudio realizado por Stensland (2006) en Zanzíbar (ver grafica en anexo 7 y 8). Según los datos de comportamiento obtenidos, este lugar es utilizado por los delfines como zona de forrajeo y descanso. De igual modo, se evidencia que en el área de Usine en presencia de botes, la probabilidad de transición comportamental de descanso y “milling” disminuye a la vez que el viaje y buceo aumentan (Graficas 4a, 4b, 4c, 4d).

En otros estudios, el comportamiento de selección de hábitat para el forrajeo también se ha correlacionado con el tráfico de botes. Durante periodos con altas densidades de botes, el uso de hábitats principales para el forrajeo disminuye. Se asume que los delfines cambian sus preferencias en el uso del hábitat directa o indirectamente ya sea para evitar áreas con altas densidades de botes o en reacción a la respuesta de sus presas al tráfico de botes (Wells 1993, Allen 2001).

Se ha sugerido que el desplazamiento de los delfines de su hábitat natural es una consecuencia de los disturbios generados por el tráfico de botes. Sin embargo, estos desplazamientos no son necesariamente el efecto más significativo del tráfico de botes. En general, los animales solo pueden moverse y mantenerse lejos del área de disturbio siempre y cuando haya recursos disponibles en otro lugar. Si los animales pueden moverse a hábitats más convenientes, éstos pueden verse menos afectados que los animales que han sido forzados a mantenerse y tolerar los efectos del disturbio. Tanto la reducción de hábitat de áreas y el costo del disturbio pueden afectar la supervivencia de mamíferos marinos individualmente y por ende, su población (Hodgson 2007).

Los resultados de Bejder (2007) en Sark Bay, Australia, también indican que el decrecimiento en el uso de un área determinada se debe en parte al desplazamiento de animales más sensitivos a otras áreas. Durante el periodo de turismo, la abundancia de delfines disminuye entre el sitio de turismo, mientras que el número de delfines aumenta ligeramente en la región adyacente (Bejder 2007). Esto sugiere que habrá un cambio de uso de hábitat a largo plazo del área de turismo al área de menos turismo.

Sin embargo, los animales que enfrentan un disturbio deben “evaluar” el costo y los beneficios de reorganizarse en un área menos perturbada, teniendo en cuenta el riesgo de depredación, la calidad del hábitat, sus alrededores y las condiciones y habilidades de los animales para enfrentarse o huir del disturbio (Frid & Dill 2002; Beale & Monaghan 2004).

Aunque dentro de los datos obtenidos no se evidencia, el objetivo principal del avistamiento de delfines es que el turista pueda observarlos. Está claro que al ser animales salvajes, las probabilidades de encontrarlos no son siempre del 100%. Sin embargo, los operadores tras trabajar en esa área durante varios años, conocen el lugar de encuentro de forrajeo de los delfines, es decir Usine, y éste termina siendo el lugar de avistamiento de los delfines en caso de no encontrarlos en otro lado del Área de Conservación (anexo 7 y 8).

8.5 Evaluación del seguimiento de normas en los avistamientos

A partir de los resultados obtenidos de la evaluación del seguimiento de las normas en los avistamientos, se determinó que la actividad del grupo de delfines depende del tipo de bote, de su velocidad y el acercarse por todos los lados. En la costa sur de Zanzíbar, los botes que se mueven de manera

lenta parecen no causar un estrés inmediato en las comunidades de delfines mientras que movimientos rápidos ocasionan frecuentemente la interrupción del comportamiento y vida social. Esto se complementa con los resultados obtenidos en otros estudios, donde se argumenta que además de la cantidad de barcos, el tamaño de éstos también puede ser una fuente de disturbio, evidenciando que barcos más largos de turismo parecen ser más intrusivos que los barcos de investigación. El tamaño del motor y el sonido bajo el agua, consecuente también pueden ser factores de disturbio, dado que los cetáceos se basan en la acústica para comunicación, orientación y detección de presa y predadores (Bejder 2007).

Aunque puede que la tendencia de cambios comportamentales radicales en presencia de botes no ponga en peligro a una población grande de delfines como la del Área de Conservación de Menai Bay, la declinación en comportamientos específicos probablemente no es sostenible para el turismo de delfines locales. Una disminución similar sería devastadora para poblaciones de cetáceos, pequeñas, cerradas, residentes o en peligro (Bejder 2007).

Es importante el estudio del manejo del ecoturismo en la costa sur de Zanzíbar, dado que la viabilidad de la economía proporcionada por el turismo en esta área recae en un alto porcentaje en el ecoturismo dentro del cual están los avistamientos con delfines. La industria del turismo es importante para la comunidad local, ya que ésta ha venido creciendo a más del seis por ciento al año desde el 2001 al 2004, con más de 92,161 visitantes. El ecoturismo se ha convertido en la fuente de ingreso más alta de Zanzíbar reemplazando la agricultura y la pesca, obteniendo ganancias de más de cincuenta millones de dólares para la economía local (Stensland E. 2006).

8.6 Relación de estudio con los cetáceos en Colombia.

Como se precisó al inicio de la discusión, cada grupo de delfines se comporta diferente de acuerdo a las condiciones ambientales en las que vive. Las características ambientales, culturales, económicas y sociales que describen a Zanzíbar son muy diferentes a las de las costas colombianas, y por esta razón, no se puede asumir que las consecuencias del tráfico de botes en Zanzíbar es igual o similar a las consecuencias que pueden traer en los avistamientos en Colombia. Sin embargo, este trabajo puede ser de gran importancia y aportar información a las investigaciones que se realizan en cuanto al impacto antrópico en el país. Hasta el momento, las investigaciones con cetáceos en Colombia han sido realizadas en su mayoría por la Fundación Omacha y por la Fundación Yubarta. A pesar de su larga experiencia trabajando en la conservación de delfines en diferentes regiones de las cuencas del Amazonas y del Orinoco, los estudios ha registrado únicamente lo que sucede con las poblaciones de delfines en el momento, pero no se han enfocado en prever a partir de predicciones estadísticas lo que puede ocurrir a largo plazo. Es por esto, que la propuesta de este trabajo es la de fortalecer la robustez de los análisis estadísticos mediante el modelo de cadenas de Markov.

9. CONCLUSIONES

El turismo en Zanzíbar crece de manera rápida, siendo el avistamiento de cetáceos uno de los atractivos más frecuentados. El presente estudio indica que el comportamiento de la población aislada de delfines se ve afectada

por la interacción con botes. Este comportamiento varía con el número de botes y la estación. El impacto es bajo con la presencia de 1 o dos botes.

Las predicciones propuestas por el modelo de cadenas de Markov sugiere que de continuar los avistamientos como se vienen realizando hasta el momento, las probabilidades de observar a los delfines descansando será nula, la socialización entre los individuos se presentará en una baja proporción (8%) y el comportamiento de “milling” también se verá reducido a un 4%.

Muchos factores afectan la elección de los delfines del uso del hábitat, incluyendo la proximidad de sitios con la misma calidad, riesgo de predación y densidad de competidores (Gill et al 2001). En especies de larga vida, pero reproducción lenta como en el caso de los delfines nariz de botella, los efectos a largo plazo en cuanto a la reducción de descanso, fitness, éxito reproductivo individual y por ende tamaño poblacional, puede llegar a identificarse en aproximadamente 10 años.

Los cambios en los presupuestos comportamentales pueden afectar a la población irrumpiendo la cohesión del grupo, su comunicación, disminuyendo el éxito reproductivo y obligando a los individuos de la especie a migrar a áreas de descanso y forrajeo de menor calidad.

La implementación de la reglamentación y regulaciones propuestas por el proyecto de Menai Bay en 1998 no esta ofreciendo a los delfines la protección suficiente para disminuir el impacto de los botes.

10. RECOMENDACIONES

-Al ser la falta de educación uno de los factores que evidencian la falta de cuidado en los avistamientos por parte de los operadores se recomienda realizar un taller didáctico de concientización con los niños de la aldea de

Kizimkazi en donde aprendan acerca de los delfines, la importancia de estos en el medio natural y la problemática que afrontan estos animales actualmente debido al impacto antrópico. Las actividades propuestas para este curso se encuentran en el anexo 9.

-Se recomienda tener controles de tráfico de botes en las áreas utilizadas por los delfines. En el Área de Conservación de Menai Bay hay 6 lugares que ofrecen el tour para ver delfines. Ver anexo 10 para conocer detalles de la propuesta que se hace para el control del tráfico.

-Se recomienda para otros trabajos de impacto ambiental, especialmente en los de Colombia, realizar modelos con cadenas de Markov para tener una mayor robustez en los resultados estadísticos, además de obtener predicciones con altos niveles de confiabilidad. A partir de esta herramienta también se pueden identificar, re estructurar las categorías y seleccionar la zonificación de los puntos del Área de Conservación.

-Realizar estudios de bioacústica con la población de delfines de Menai Bay con el fin de conocer más a fondo el impacto y consecuencias que traen los botes a nivel auditivo.

-Se recomienda evitar los avistamientos en zonas de forrajeo y descanso, en especial en Usine.

11. REFERENCIAS

Allen M. 2000. Habitat Selection of foraging bottlenose dolphins in relation to boat density near clearwater, Florida. *Marine Mammal Science*, 16 (4): 815-824.

Amir O, Narriman, J., Berggren, P. 2005. The occurrence and Distribution of Dolphins in Zanzibar, Tanzania, with Comments on the Differences Between Two Species of *Tursiops*. *Western Indian Ocean J, Mar. Sci* . 4 (1): 85-93.

Bearzi, G., G. Notarbartolo-di-Sciara, and E. Politi. 1997. Social ecology of bottlenose dolphins in the Kvarneri (Northern Adriatic Sea). *Marine mammal Science* 13: 650-668.

Bejder, L., S. M. Dawson, J.A. Harraway. 1999. Responses by Hector's dolphins to boat and swimmers in Porpoise Bay, New Zealand. *Marine Mammal Science* 15: 738-750.

Borobia, M. 1997. Small cetaceans of eastern, western and central African regions: A summary report. Paper presented at the Scientific Committee meeting of the International Whaling Commission (IWC) 30 September-11 October in Bournemouth, United Kingdom, Document IWC/SC/49/SM48.

Brownell R, 2003. Taxonomic Status and Distribution of the Indo-Pacific Bottlenose Dolphin, *Tursiops aduncus* (Ehrenberg, 1833). Convention on international trade in Endangered, species of wild fauna and flora. NC3 Doc. 4. Geneva, Switzerland.

Caswell, H. 2001. Matrix populations models. Sinauer Associates, Boston, Massachusetts.

Chafe Z. 2005. *“Interest in Responsible Travel Grows, Vital Signs 2005* (The Worldwatch Institute,). Merriam-Webster Dictionary, National Geographic Traveler, TIES, World Tourism Organization, Pro-Poor Tourism, Encyclopedia of Ecotourism, and Responsibletravel.com

Connor R.C., Wells R., Mann J. and A. Read. 2000. The bottlenose dolphin: social relationships in a fission-fusion society. In: Mann J., Connor R., Tyack P. and H. Whitehead, (eds.), *Cetacean Societies: Field studies of whales and dolphins* . University of Chicago Press.

Constantine R. 2001. Increased avoidance of swimmers by wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) due to long term exposure to swim-with dolphin tourism. *Marine Mammal Science*. 17 (4): 689-02.

Corti, G.R., Crouthers, R.J., Felix, H.M., Graham, K.C. & Trafford S.L., (2006) *Global Vision International, Kenya, Expedition Report*. Global Vision International, Kenya Report.

Englund, A. 2001. The impact of tourism on Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) in Menai Bay, Zanzibar. Honours thesis, Department of Zoology, Stockholm University. 19 pp.

Estevan M.T. 1977. Evaluaciones de impacto ambiental. CIFCA. Madrid. 100 p.

Gossling, S. 2003. Market integration and ecosystem degradation: is sustainable tourism development rural communities a contradiction in terms?. *Environment, Development and Sustainability* 5: 383-400.

Hastie, G.D Wilson, B., Wilson L.J. Parsons, K.M. 2004. Functional mechanisms underlying cetacean distribution patterns: hotspots for bottlenose dolphins are linked to foraging. *Marine Mammal Science* 144: 397-403.

Hiebeler D. 2007. MTBI. Markov chain and Leslie matrix models. University of Maine. [en linea]. Agosto 7 de 2007. <http://www.math.umaine.edu/faculty/hiebeler>

Hodgson, A. & Marsh, H. 2007. Response of dugongs to boat traffic: The risk of disturbance and displacement. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 340: 50-61.

Hoyt, E. 2001. Whale watching 2001: worldwide tourism numbers, expenditures, and expanding socioeconomic benefits. International funds for Animal Welfare, Massachusetts.

IWC. 2000. Report of the scientific committee. Rep. int. Whal. Commn.

J.A. David MCIWEM. 2006. Likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise. *Water and Environment Journal*. 20: 48-54.

Lemon, M., Lynch, T., Cato, D., Harcourt, R. 2006. Response of travelling bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) to experimental approaches by a powerboat in Jervis Bay, New South Whales, Australia. *Biological Conservation* 127:363-372.

Logiudice, L. 2000. Benefits: Tourism in Mkunguni. SIT, Mar. Res. Rep. Institute of Marine Science Zanzibar, University of Dar es Salaam. (Unpublished report).

Lusseau D. 2003a. The emergent properties of a dolphin social network. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 270, S186-S188.

Lusseau D. 2003b. Effects of tour boats on the behavior of bottlenose dolphins: Using Markov chains to model Anthropogenic impacts. *Conservation biology* (17)6:1785-1793.

Lusseau D. 2004d. The Hidden Cost of Tourism: Detecting Long-term Effects of Tourism Using Behavioral Information. *Ecology and Society*. 9(1):2.

Lusseau D. 2006e. The short term behavioral reactions of bottlenose dolphins to interactions with boat in Doubtful Sound, New Zealand. *Marine Mammal Science*, 22(4):802-818.

Mann J., Connor R., Barre, L., Heithaus M. 2000. Female reproductive success in bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.): life history, habitat, provisioning, and group size effects. *Behavioral Ecology*. 11(2): 210-219.

Miller M., Hadley N. 2005. Tourism and Coastal Development. *Encyclopedia of Coastal Science*. 10.1007/1-4020-3880-1_328. 24 pp.

Moberg G.P. and Mench J.A. 2000. The biology of animal stress: Basic Principles and implications for animal welfare. Department of animal science and center for animal welfare . CABI Publishing. University of California Davis, USA pp 377.

Möller LM, Beheregaray LB. 2001. Coastal bottlenose dolphins from southeastern Australia are *Tursiops aduncus* according to sequences of the mitochondrial DNA control region. *Marine Mammal Science* 17, 249-263.

Nowacek, S.M.; Wells, R.S.; Solow, A.R. 2001. Short-Term effects of boat traffic on bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota Bay, Florida. *Marine Mammal Science* 17(4):673-688.

Red de Desarrollo Sostenible (RDS).2002. 2002 Año Internacional Del Ecoturismo [en línea]: Septiembre 20 de 2007. <http://209.85.165.104/search?q=cache:r0meiFnFyeoJ:www.rds.org.co/2002/ecoturismo.htm+ecoturismo%2Bimpacto+ambiental&hl=es&ct=clnk&cd=6&gl=co>

Reeves, R. R., Smith, B. D., Crespo, E. A., and Notarbartolo di Sciara, G. (compilers). 2003. Dolphins, whales and porpoises: 2002-2010 conservation plan for the world's cetaceans. IUCN/SSC Cetacean Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 139pp.

Rohlf, F.J. 2000. NTSYSpc. Numerical Taxonomy and multivariate Analysis system. Version 2.01. Exeter software, New York. p 153.

Russell A., Wallace, G. 2004. Irresponsable ecotourism. *Antropology today*, 20(3): 1-2.

Särnblad A. 2005. Population structure and Phylogenetic placement of Indo Pacific Bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) off Zanzibar, Tanzania.

Sakai, M., Hishii, T., Takeda, S., Kohshima, S. 2006. Flipper rubbing behaviors in wild bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*). *Marine mammals Science*, 22(4):966-978.

Stensland E. 2006. Population size, distribution, and behavior of indo-pacific bottlenose (*Tursiops aduncus*) and humpback (*sousa chinensis*) dolphins off the south coast of Zanzibar. *Marine Mammal Science*. 22 (3): 667-682.

Van Parijs, S.M. & Corkeron P. J. 2001. Boat traffic affects the acoustic behavior of Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis*. *Journal of Marine Association of the United Kingdom* 81: 533-538.

Williams, R., A.W. Trites, D. Brain. 2002. Behavioural responses of killer whales (*Orcinus orca*) to whale-watching boats: oportunist observations and experimental approaches. *Journal of Zoology* 256: 255-270.

Wootton, T. 2004. Markov chain models predict the consequences of experimental extinctions. *Ecology Letters* 7: 653–660 .

World Travel and Tourism Council. 2003. "World Travel and tourism: A World of Opportunity. The 2003 Travel and Tourism Economic Research Report."

12. ANEXOS

Anexo 1. Protocolo General (para evitar factores alineados)

-Mapa de Zanzíbar



www.zanzibarinstyle.com/images/mapa.gif

-Lugares de avistamiento: Menai bay, costa sur de la Isla en: Kizimkazi, Usine, Mtende, Ukuli, Kichangani y Makunduchi.

- Factor de diseño: Botes
- Niveles de Factor: (0) Ausencia de botes, (1) presencia de 1 a 2 botes, (2) presencia de 3 a 5 botes.
- Variable Dependiente: comportamiento de los delfines.
- Unidad de muestreo: grupo focal
- Las observaciones terminaran cuando la condiciones del clima se deterioren, el grupo focal se pierda o el día haya terminado.
- Ambas cadenas de markov (Control y la de impacto de botes) son irreducibles y no negativas, es decir que es posible pasar de cualquier estado comportamental a cualquier otro.

Anexo 2. Evaluación del seguimiento de normas establecidas para el avistamiento de cetáceos.

		SI	NO	N/A	
1	El bote hace movimientos rápidos y cambios bruscos de dirección?				
		Detrás	Lado	Todos los lados	
2	Por que parte avista el bote al grupo de delfines?				
		SI	NO	N/A	
3	El operador del bote persigue al grupo de delfines?				
4	El operador rodea al grupo de delfines?				
5	Los delfine stiene via de escape en la superfice?				
6	Los botes se acercan a una madre con su cría?				
		NO	Slap¹ tail	Leap	cambio dir
7	Se ven perturbados los delfines?				
8	El turista SALTA en el agua al encontrarse con los delfines?				
9	Se encuentran cerca los turistas del bote?				
10	Los turistas persiguen a los delfines estando en el agua?				
11	Cambian de direccion los delfines cuando estan perturbados?				

Anexo 3. Tablas de contingencia Comportamiento precesor Vs comportamiento sucesor Vs. estación.

Estación			Comportamiento inicial					Total
			Diving	Milling	Resting	Socializing	Travelling	
Masika	Comportamiento sucesor	Diving	15	8	10	1	37	71
		Milling	1	16	3	1	0	21
		Resting	0	1	7	0	0	8
		Socializing	1	5	0	13	4	23
		Travelling	1	2	3	0	26	32
	Total	18	32	23	15	67	155	
No Masika	Comportamiento sucesor	Diving	15	2	4	1	28	50
		Milling	0	3	0	0	1	4
		Resting	0	0	4	0	0	4
		Socializing	0	0	0	2	0	2
		Travelling	0	0	1	1	20	22
	Total	15	5	9	4	49	82	

Anexo 4. Tabla de contingencia: Recuento de Comportamiento sucesor *
Comportamiento inicial * Número de Botes

Número de Botes			Comportamiento inicial					Total
			Buceo	Milling	Descanso	Socializació n	Viaje	
1 a 2 botes	Comportamiento	Buceo	17	4	7	1	32	61
		Milling	1	6	1	1	1	10
		Descanso	0	0	3	0	0	3
		Socializació n	0	1	0	5	2	8
		Viaje	1	1	3	1	20	26
	Total	19	12	14	8	55	108	
3 a 5 botes	Comportamiento	Buceo	3	3	3	0	12	21
		Milling	0	5	0	0	0	5
		Socializi	1	0	0	1	2	4
		Viaje	0	0	0	0	16	16
Total	4	8	3	1	30	46		
6 o más botes	Comportamiento	Buceo	6	1	2	0	10	19
		Milling	0	1	0	0	0	1
		Socializ	0	0	0	1	0	1
		Viaje	0	0	0	0	2	2
Total	6	2	2	1	12	23		
Ausencia de botes	Comportamiento	Buceo	4	2	2	1	11	20
		Milling	0	7	2	0	0	9
		Descanso	0	1	8	0	0	9
		Socializ	0	4	0	8	0	12
		Viaje	0	1	1	0	8	10
Total	4	15	13	9	19	60		

Anexo 5.Tabla de contingencia relacionando el comportamiento inicial del grupo de delfines con el lugar de encuentro y las frecuencias de encuentro en cada lugar.

		Lugar de encuentro									Total
		Mtende	Kizimkazi	Usine	Makunduchi	Kipovu	Kinazi	Kichangani	Ukuli	Nshumbwi	
Comp inicial	Buceo	2	9	11	0	0	2	4	2	2	33
	Milling	1	7	16	2	1	2	1	2	5	37
	Des	2	11	12	1	0	0	2	2	2	32
	Soc	3	1	10	0	2	0	1	2	0	19
	Viaje	3	23	59	7	1	4	8	1	7	116
Total		11	51	108	10	4	8	16	9	16	237

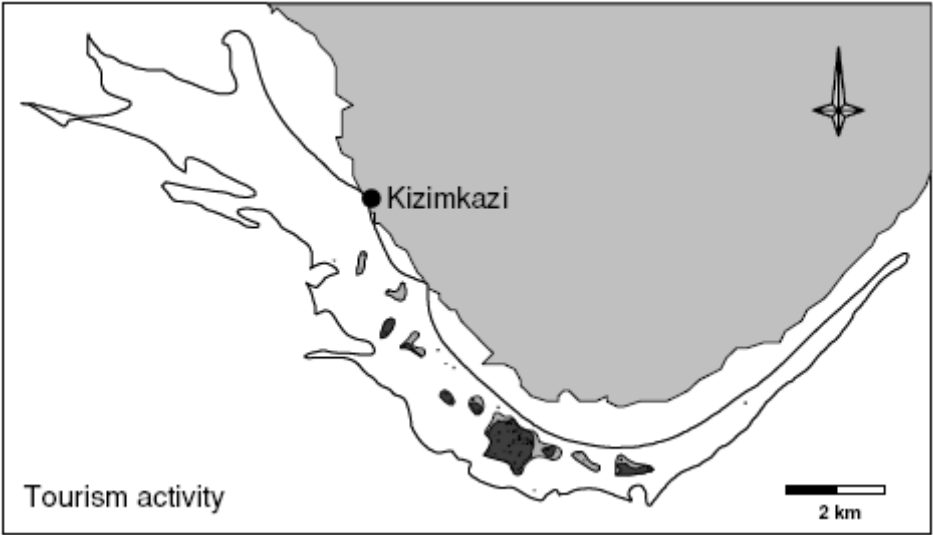
Lugar de encuentro

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	4	1.7	1.7	1.7
	Mtende	11	4.6	4.6	6.3
	Kizimkazi	51	21.5	21.5	27.8
	Usine	108	45.6	45.6	73.4
	Makunduchi	10	4.2	4.2	77.6
	Kipovu	4	1.7	1.7	79.3
	Kinazi	8	3.4	3.4	82.7
	Kichangani	16	6.8	6.8	89.5
	Ukuli	9	3.8	3.8	93.2
	Nshumbwi	16	6.8	6.8	100.0
	Total	237	100.0	100.0	

Anexo 7. Mapa de distribución del grupo de delfines nariz de botella del Océano Índico, en la costa sur del Zanzíbar. Las manchas gris claro representan de 1 a 24 grupos de delfines vistos por Km² y los puntos gris oscuros representan mas de 25 grupos vistos por km² respectivamente (Stensland 2006).



Anexo 8. Mapa representando el costado sur de Zanzíbar con la actividad de turismo. Los puntos con gris claro representa 1 a 14 grupos de delfines en con presencia de turismo y el gris oscuro representa a 25 o mas grupos de delfines en presencia de botes por Km² respectivamente (Stensland 2006).



Anexo 9. Propuesta para curso acerca de los delfines con niños de las escuelas de Kizimkazi.

La presente propuesta está redactada en inglés pues ésta fue aportada al Instituto de ciencias marinas de la Universidad de Dar es Salaam con el fin que la llevaran a cabo.

Due to the actual situation of dolphins, the lack of information about dolphins and its conservation and the poor following of the guidelines stated, I have created a little course for children between 10 and 12 years, to teach them about the reality we are living in and to make them feel part of the solution. The present activity proposal is focus to be done with the children of Kizimkazi Dimbani and Kizimkazi Mukunguni's schools, which are the students who have more relation and are closer to dolphins.

The incentive that the children would have would be going to see the last day the dolphins, and let them participate in the research, being able to collect data making them feel important and useful.

OBJECTIVES

-To teach children from 10 to 12 years about dolphin's biology, the importance of conservation, and the actual problem that the dolphins are facing related to human and tourism by fun activities, games and expositions.

-To guide children to be able to make the good decision in different situations (when ever; now or when they grow) according to the dolphin's BIENESTAR health or security as the priority.

-To make children feel love or a sense of pertinence or/and responsibility for the dolphins.

ACTIVITIES

The course will be developed mainly in three days. It will be done at the two schools in Kizimkazi Dimbani and Mukunguni. Some activities will be done inside the class room and others in the yard.

FIRST DAY:

TIME	ACTIVITY	DESCRIPTION	DURATION
8 AM	Presentation	<u>Presentation</u> of the Teaching stuff and	1 hour

	& Introduction	students: Integration Game. Student participation (who has seen dolphins? What do you know about dolphins?, who wants to be Capitan when adult? Do you know the importance of the dolphin's conservation? Which are the dolphins threatens?)	
9 AM	<u>Exposition</u>	Exposition inside the class room with a video beam about the dolphins: *What is a dolphin? *Parts of the dolphin *Dolphin's biology	1 hour
10AM	RECESS	BREAK	1 hour
11AM	GAME	Game in where we put on proves what the children learned about dolphins in the morning. * Group Game: "Reach a Start" (See annex 3 with the game instructions)	1hour
2:PM	GAME		1 hour

SECOND DAY

TIME	ACTIVITY	DESCRIPTION	DURATION
8:00AM	Game activity	* Pictionary : Drawing and mimic game by groups. Will evaluate what they have learned.	1 hour
9:00	Break		1 hour
10:00 am	Exposition	Children will be taught about: *Dolphin's behavior (including stress behaviors) *Importance of the reduction of dolphin population	1 hour
11:00	Activity	* Singing activity : each group has to create a song using some keywords related to the subjects seen in the morning.	1 hour
12:00	Break		

2:00PM	Exposition	Children will have a conference of what we are doing actually in the research, what data is collected (ej: # of dolphins, respiration frequencies, behavioral states, # calves, #ships)	
--------	------------	---	--

THIRD DAY

HOUR	ACTIVITY	DESCRIPTION	DURATION
8:00AM	Instructions	tell the children the research objectives to the children, how to take samples, warnings and advices.	30 min
8:30AM	Changing place	Children will go to kizidi.	15 min
8:45AM	Observation practice (safari with dolphins)	Children will participate in the research data collecting by groups to make sure that everyone has the attention they require (the trip is the incentive of the whole activity). They will be able to swim with them, to see them, to hear them and help counting how many dolphins there are, breathing frequencies, behavioral state seen in one minute.	Depending on the number of groups and boats.
12:00	Return to school		
2:00PM	Conclusions	Conclusions of what they have learned, re read the guidelines. Sum of points from the games to see which one is the wining team.	1-2hours

Game instruction.

1) "Reach a start".

The idea of the game is to evaluate the knowledge of the children by a game. It has to be realized in a class room where there is a black board.

The game is a competition between (x) groups of 4 children. Each group has to have a name. In one side of the blackboard the names of the groups will be written and the punctuation will be written in front of them.

Sticked to the blackboard, there will be starts with different numbers (assuming different punctuations). In the back of each start there is a question. One child from one group will pass to the blackboard to pick one start. He should read it out loud so every group can hear the question. The first group handling the correct answer of the question in a paper receives points. At the end of the game, points are added to see which group is the winner. Those children win something according to the possibilities!

2) “Pictionary”.

In a bag, the teacher put different papers rolled with different words written related to dolphins and conservation. Children must be organized into groups. Each group would send one of them to take one of the papers without showing it to anyone. The idea is to paint or represent the word written in the paper without saying anything in less than 1 minute. Some words should be actions (ei: slap tail) so one of the children from the group be able to represented without talking. Other words should be nouns (ei: dorsal fin). The group that guess what the child draw or acted, wins points. At the end the punctuation will tell which group won.

Anexo 10. Propuesta para el turno de botes de avistamiento.

Se propone llegar a un acuerdo entre los gerentes de cada prestador de servicios de los avistamientos, de tal forma que a la semana, todos tengan la misma posibilidad de avistar manteniendo el principio de ecoturismo.

A cada empresa prestadora de servicios se le asignara una letra y un número (P1,P2,P3,P4,P5,P6). En el siguiente horario, se evidenciarán las horas y días en los que cada prestador de servicios puede realizar los avistamientos

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
7-9	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1
9-11	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
11-1	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5
2-4	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4

ANEXO 11. Etograma de eventos y estados comportamentales de *T. Aduncus* (Corti 2003).

Dive type

Tail out dive td Flukes are raised above the water surface as the dolphin descends at an angle for a deep dive.

Peduncle dive pd The peduncle is humped up out of the water as the dolphin descends for a deep dive. Tail flukes are partially submerged.

Geometry

Milling Changing directions with every or nearly every surfacing. In an assemblage of dolphins, individuals are changing directions with respect to each other.

Dispersed Milling An assemblage of dolphins milling in a large area; typically 10m or more between dolphins. There may be smaller, tighter 'clusters' of dolphins within the assemblage; often after a lp/pp bout.

Lateral Line A frequently occurring type of spread ($\geq 5m$) movement pattern in which dolphins are in rank formation (i.e. abreast – 'on-line').

Behaviours

Weed prod A dolphin prods into a seagrass/seaweed mass at the surface with its rostrum. Maybe followed by a fish chase such as snacking.

B Feeding

Pursuit: individual behaviours

Rapid surface rs A rapid surface in which the dolphin maintains a normal horizontal posture and the dolphin's ventrum does not clear the water surface.

Porpoise pp A rapid surface in which the dolphin maintains a normal horizontal posture and the dolphin's ventrum does not clear the water surface but in which the dolphin does completely clear the water surface.

Leap lp A rapid surface in which the dolphin maintains a normal horizontal posture and the dolphin completely clears the water surface.

<i>Humping surface</i>	hs	A normal surface in which the dolphin 'humps up' its posterior half to break its forward motion as it descends. Often seen when dolphins are driving or pursuing a fish school in shallow water.
<i>Fast swim</i>	fsw	A dolphin rapidly accelerates and/or swims fast along or below the water surface.
<i>Rooster tail</i>	rs	A fast-swim along the surface in which a sheet of water trails off the dorsal fin.
<i>Belly-up chase</i>	bu	A fast-swim belly-up just under the water surface. The fish may often be seen skipping along the surface just in front of the dolphin.
<i>Snacking</i>	snk	A slow or moderate swim, belly-up, after a small fish (typically 2" or less—a 'snack').
<i>Bottom-grub</i>	bg	The dolphin is vertical in the water, prodding into seagrass patches with its rostrum.
<i>Tail-whack</i>	tw	A dolphin stops abruptly at or under the surface and wheels, swinging its flukes sharply. May be indicated by observing fish being knocked into the air.
<i>Snap</i>	snp	A sudden jerk of the head and snap of the jaws at or just below the surface or underwater. The fish is often seen.
<i>Tail-slap</i>	ts	A dolphin lifts its flukes and sometimes the posterior portion of its body out of the water and brings the flukes/body down vigorously against the water

(sometimes creating a 'kerplunk' sound).

Beach feeding Not likely to be observed in Shimoni but a dolphin chases a fish out of the water onto the beach, momentarily "stranding" itself.

Fish catch & process: direct observations

<i>Fish catch</i>	fc	Dolphin observed to catch fish or another prey item.
<i>With fish</i>	wf	Dolphin observed with fish in its mouth.
<i>Fish toss</i>	ft	Dolphin observed to toss a fish.
<i>Fish-busting</i>	fb	Dolphin observed to rub fish against the bottom (=bg+wf over sand substrate).

Fish catch & process: indirect observations

Note: The indirect observations are dependent on context as each may indicate a different behaviour in a non-foraging context.

<i>Chew</i>	cw	Dolphin seen to make biting motion in a foraging context.
<i>Fin jerk</i>	fj	A sudden twitch of the fin (indicates sudden movement of the head); again in a foraging context.
<i>On side</i>	osd	A dolphin lies still on its side at the surface; again in a foraging context.

Foraging types

Note: More than one type may apply—e.g. bird feed may occur with other foraging types.

Foraging (non-specific) Foraging that could not easily be classified as any other type.

Group

Bird feed Dolphins are surfacing within or around actively-feeding seabirds.

Lp & pp feed Dolphins are multi-directional (i.e. milling) and lp/pp continuously within an area. The area may be relatively small or dispersed over as much as a kilometer or more. The activity usually occurs in closely spaced bouts with abrupt starts, stops, and changes of direction. The assemblage as a whole may progress rapidly.

Foraging aggregation An assemblage of foraging dolphins in which 10 or more dolphins are present.

Individual

Bottom grub Dolphin sticks its beak to the se floor to ferret something out of the sea floor while in a vertical position. This can only be observed in shallow water.

Td/pd Foraging in which predominant dive type is td/pd. Breath intervals are irregular with no long intervals between dives. Dolphins typically stay submerged for more than a minute after a td or pd dive.

Mill Dolphin forages and changes direction (orientation) with virtually every surface or breath. Often hovers over a particular location but maybe progress in any direction.

<i>Rooster tail</i>	The predominant dive type is during foraging is rt. Only occurs in shallow water.
<i>Tail slap</i>	Foraging in which dolphins frequently utilize tail slaps, often with several tail slaps in succession followed by a fish chase.
<i>Snack party</i>	Belly-up chase and capture of fish trapped against the water surface.
<i>Boat-begging</i>	Dolphin approaches to within 1-2m of stationary or slow-moving boats and exhibits solicitous behaviours such as opening jawing or orientating head-out.

IV SOCIAL BEHAVIOUR

We consider five categories of social behaviours: 1) affiliative; 2) aggressive; 3) sexual and 4) non-contact displays; and 5) miscellaneous for behaviours that do not fit easily into the first four categories. Bottlenose dolphins are remarkable for the variety of synchronous behaviours they perform. Each category includes a subsection of synchronous behaviours.

A. Affiliative Behaviours

Contact Behaviours (prb = Petting and/or Rubbing)

Petting pet Gentle contact involving movement between the pectoral fin, dorsal fin, or flukes of one individual with any part of the body of another individual. Petting triplets, with two individuals petting with another positioned between them, are sometimes seen.

Observation quality:

1. Observation based on direct observation of pec-body contact:

- Note whether pec is: 1) actively moving; 2) knee-jerking; or 3) stiff

- Note part of body being contacted: (common parts include: blowhole, dorsal surface between blowhole and dorsal fin dorsal ridge between dorsal fin and flukes; dorsal or ventral aspect of flukes; side below dorsal fin; side peduncle; eye region; “chin” chest (between pecs); genital area).

- Note whether receiving pec contact is actively moving against pec: 1) roll; 2) pitch; 3) yaw

2. Observation based on surface observation of underwater roll of one dolphin at distance 0 from another dolphin

Frequently observed sub-categories:

- *keel-rubbing* (krb): One dolphin rubs ventral aspect of its flukes and/or keel of peduncle against (typically) the leading edge of another dolphin’s pectoral fin. Female to male but may occur male-male (or female-female). The pec often knee-jerks. One individual may keel-rub to two others simultaneously who are side-by-side at distance 0.

- *mutual face-genital petting* (mfg): simultaneous petting in which one dolphin receives petting around the genital area while the other receives petting around the eye.

- *rub-pec* (rp): One dolphin rubs along stiff pec of another, typically along side from behind the eye to peduncle. Often seen in herding context (female to male), often in response to pops. Also between males in an alternating series.

Rubbing rub Gentle to more vigorous body-to-body contact. Individuals are often seen rubbing against each other vigorously in play groups.

Frequently observed sub-categories:

- *chin-rub* (chr): A dolphin approaches another and rubs, head first, under the chin of the other dolphin. Often observed female to male. The rubbing dolphin may be right side up or belly up, but is more typically on its side.

Bonding bnd One dolphin rest its pectoral fin against the flank of another dolphin, behind the other dolphin's pectoral fin, and below or just posterior to the dorsal fin. The actor is positioned just above and alongside the other at distance about .3-.5m behind the tip of the other's rostrum. Typically female to female, and often in cases of harassment by males. Infrequently male to male.

Observation quality:

Note whether the observation is based on: (a) surface position (sbs staggered by .3-.5m at distance 0) or (b) direct observation of the pec resting against the side of the other dolphin.

Synchronous Contact Behaviours

Synch petting spt Two dolphins approach from either side and contact the central dolphin's pectorals with the same body part and perform synchronous movements against the pec and/or are petted by both pectorals of the central dolphin synchronously. An example is two dolphins, on side, under the pectorals of the central dolphin, pitching toward and away from each other synchronously.

Non-Contact Behaviours

Synch surfs ss Two or more dolphins surface synchronously—they both break the surface and dive in synchrony. If the dolphins are side-by-side but staggered note the relative location as $\frac{1}{2}$ body-length difference ($\frac{1}{2}$ bld) or 1 bld. Note distance between dolphins as:

0 = <.3m; 1 = .3-2m; 2 = 2-5m; and 3 = 5-10m.

<i>Synch up</i>	ss-up	Two or more dolphins break the surface synchronously but do not dive synchronously. A common example is when one dolphin remains snagging at the surface. Distance and location are as for SS.
<i>Synch down</i>	ss-dn	Two or more dolphins break the surface asynchronously but dive synchronously. Distance and location are as for SS.
<i>Almost synch surfs</i>	ss-al	Two dolphins surface side-by-side but are not quite synchronous during any part of the surfacing cycle.
<i>Touring</i>	trg	When a dependent calf repeatedly approaches (to within 2m) and leaves from an adult or adolescent animal, or the baby remains at $\leq 2m$ from this animal while remaining $\geq 5m$ from the mother. The bay does not tour on its own (then it's traveling). Touring is a state, and must occur for the majority of a surfacing bout (when surfacing bouts are discrete) to be called. If there are non-discrete surfacing bouts, then touring should be called if it occurs for the predominant interval you are using for measurement (i.e. 5-minute intervals).

B. Aggressive Behaviours

Individual-to-individual

<i>Head-to-head</i>	hth	One or more individuals line up with one or more individuals.
<i>Tiff</i>	tf	A head-to-head in which at least one individual is bobbing its head up and down. Accompanied by Donald Duck vocalisations.
<i>Head jerk</i>	hj	A sharp lateral or vertical jerk of the rostrum. Often accompanied

by a sharp bang sound.

<i>Jaw clap</i>	jc	An exaggerated opening and closing of the mouth.
<i>Fin jerk</i>	fj	An indirect indicator of a HJ or JC in social groups.
<i>Chase</i>	chs	Two individuals fast swimming, one behind the other. The individual in the aft position is the chaser.
<i>Circle chase</i>	cch	Two dolphins 'chase each other's tail' in a tight circle.
<i>Charge</i>	chg	A dolphin rapidly accelerates and swims fast directly at another dolphin approaching to within two meters or less.
<i>Tail hit</i>	tht	A dolphin strikes another violently with its flukes/peduncle.
<i>Fin hit</i>	fht	A dolphin swims rapidly past another so that its fin hits the other dolphin.
<i>Pec hit</i>	pht	A dolphin 'karate-chops' another dolphin with its pectoral fin.
<i>Rostrum hit</i>	rht	A dolphin strikes another dolphin with a sharp lateral strike of its rostrum. Essentially a HJ with contact.
<i>Bite</i>	bte	A dolphin bites another with a rapid motion of the head and jaws.
<i>Body slam</i>	bsl	A charging dolphin slams into another with any part of its body other than its rostrum, peduncle and tail, fins and pectoral fins.
<i>Ram</i>	rm	A dolphin charges into another dolphin with its rostrum.
<i>Attack</i>	atk	An intense aggressive interaction between two dolphins involving

multiple aggressive behaviours by one individual only (e.g. biting, hitting, etc.).

Fight fgt An intense interaction between two dolphins involving multiple aggressive attacks by both participants.

Synchronous Behaviours

Synch mount smt Two dolphins approach another from either side and synchronously mount it.

Synch goose sgs Two dolphins approach another side-by-side from either side or from behind and synchronously goose it.

Synch side-press ssp Two dolphins approach another from behind, swim up on either side, and synchronously perform side press or 'sandwich' the dolphin in the centre.

Double roll-out dbr Two dolphins approach another from either side as though to mount but as they come up along either side they splay up and out rather than up and over, sliding their ventral area against the side of the other's peduncle. Only seen as a dyadic behaviour.

