

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES



**COMPORTAMIENTO DE BUZOS EN DOS ÁREAS
NATURALES PROTEGIDAS DE BAHÍA DE BANDERAS,
JALISCO-NAYARIT: ISLAS MARIETAS Y LOS ARCOS.**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PRESENTA
ARIZBETH ALONSO DOMÍNGUEZ
ZAPOPAN, JALISCO, 2009**



Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y
Agropecuarias

Coordinación de carrera de Licenciado en Biología

C. Arizbeth Alonso Domínguez

PRESENTE

Manifestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de: **TESIS E INFORMES** opción **TESIS** con el título: **“Comportamiento de buzos en dos áreas naturales protegidas de la Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit: Islas Marietas y Los Arcos”**.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicho trabajo al **Dr. Eduardo Ríos Jara** y como Asesor a la **Dra. Alicia Hermosillo González**.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“PIENSA Y TRABAJA”,
“2009, Año del Bicentenario de Charles Darwin”
Las Agujas, Zapopan, Jal., 19 de noviembre de 2009




DRA. GEORGINA ADRIANA QUIROZ ROCHA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN


BIOL. MARGARITO MORA NÚÑEZ
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

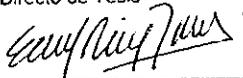
Dra. Georgina Adriana Quiroz Rocha.
Presidente del Comité de Titulación.
Licenciatura en Biología.
CUCBA.
Presente

Nos permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de titulación, modalidad de Tesis e Informes, opción Tesis con el título: "Comportamiento de buzos e dos áreas naturales protegidas de la Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit: Islas Marietas y Los Arcos" que realizó la pasante Arízbeth Alonso Domínguez con número de código B03000478 consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorizar su impresión

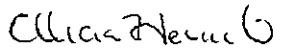
Sin otro particular quedamos de usted con un cordial saludo.

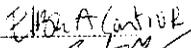
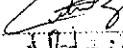
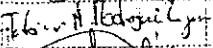
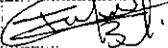
Atentamente
Las Aguas, Zapopan, Jal., 29 de noviembre de 2009

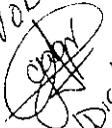
Firma
Dr. Eduardo Ríos Jara
Directo de Tesis



Firma
Dra. Alicia Hermosillo González
Asesora



| Nombre completo de los Síndicos asignados por el Comité de Titulación | Firma de aprobación | Fecha de aprobación |
|---|---|---------------------|
| M. C. Elba Aurora Castro Rosales |  | 01/12/09 |
| Biol. Cristian Moisés Galván Villa |  | 01/12/09 |
| Dr. Fabián Alejandro Rodríguez Zaragoza |  | 01/12/09 |
| Supl. Dr. Ernesto López Uriarte |  | 01/12/09 |

7600

31 Dic 2009

COMPORTAMIENTO DE BUZOS EN DOS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE
BAHÍA DE BANDERAS, JALISCO-NAYARIT: ISLAS MARIETAS Y LOS ARCOS.

Autor:

Arizbeth Alonso Domínguez

Director de Tesis:

Dr. Eduardo Ríos Jara

Sinodales de Tesis:

M. en C. Elba Aurora Castro Rosales

Biol. Cristian Moisés Galván Villa

Dr. Fabián Alejandro Rodríguez Zaragoza

Suplente: Dr. Ernesto López Uriarte

Tutor de tesis:

Dra. Alicia Hermosillo González

Este trabajo se realizó con el apoyo económico y logístico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y el Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura (LEMA), del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, de la Universidad de Guadalajara, a través del proyecto de investigación "Ecología y conservación de los moluscos Opisthobranchios de Bahía Banderas, en el Pacífico central de México".

Dedicado a mis padres por amarme y seguirme en mi locura

A los animales que dieron su vida por mi educación

Y a dios por no existir

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Humberto E. Alonso Linares y Yolanda Domínguez Rivera, por su apoyo, amor incondicional, pero sobre todo por alentarme a ser lo que siempre he soñado, de verdad el universo no me pudo haber dado mejores padres.

A mi hermano Redigo, que siempre ha creído en mí, mas que yo misma.

A mi familia, todita, pero en especial a mi tía Laura por su apoyo y cariño.

A mi director de tesis Dr. Eduardo Ríos Jara por su apoyo, su amistad, sus elogios y regaños, pero sobre todo por permitirme conocer el maravilloso mundo marino.

A mis sinodales M. en C. Elba Castro, Biol. Cristian Galván, Dr. Fabián Rodríguez y Dr. Ernesto López, por su sugerencias para que esta tesis fuera mejor.

A la Dra. Alicia Hermosillo, por sus consejos, amistad y sin quien este trabajo no hubiera sido posible, a su esposo Roberto Chávez y a Vallartech por todo su apoyo.

A Vallarta Adventure, a Chicos Dive Shop, y a Twin Dolphins, por el apoyo prestado para la realización de este trabajo.

A las personas del LEMA, pero principalmente a Dafne Bastida, Carmen Esqueda, Ceciel Navarro, Ernesto López y Martín Pérez, porque me enseñaron mucho, y siempre me ayudaron, gracias “dotoras”. Y en especial a Cristian Galván, por sus enojos, consejos, gritos, chistes y por soportarme siempre me la pase muy bien, gracias.

A Alejandro Ramírez y Pastora Chávez por haber sufrido y trabajado conmigo en Vallarta.

A mis amigos, bueno que decirles a ustedes. Pilar, Manuel, Caro, Arlet, Rich, Ayacyuen, Carla, Alejandro, Leo, Elena, Néstor, Brenda gracias por todo.

A Lillian, Esteban, Vladimir, porque a pesar de la distancia, seguimos juntos.

A todos los profesores que siempre me ayudaron y de quienes aprendí todo lo que se. Principalmente a la Dra. Mónica Riojas, que me apoyo hasta el final.

A la Universidad de Guadalajara y al CONACYT por apoyar el trabajo de campo.

Y finalmente a quien se atreva a leer esto.

CONTENIDO

| | Pág. |
|---|------|
| ÍNDICE DE FIGURAS | vii |
| ÍNDICE DE CUADROS | viii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | viii |
| RESUMEN | ix |
| INTRODUCCION | 1 |
| Educación ambiental | 3 |
| ANTECEDENTES | 4 |
| Estudios en Bahía de Banderas | 7 |
| Las áreas marinas protegidas de las Islas Marietas y Los Arcos | 8 |
| JUSTIFICACIÓN | 9 |
| OBJETIVOS | 11 |
| Objetivo General | 11 |
| Objetivos particulares | 11 |
| METAS | 11 |
| HIPOTESIS | 11 |
| MATERIALES Y METODOS | 12 |
| Área de estudio | 12 |
| Islas Marietas | 13 |
| Los Arcos | 14 |
| Determinación del perfil de buzos y evaluación de su comportamiento | 14 |
| Análisis estadísticos | 16 |
| Evaluación de las estrategias de educación ambiental | 18 |
| Análisis estadísticos | 19 |
| Relación entre algunas variables y el comportamiento de los buzos | 19 |

| | |
|--|-----------|
| RESULTADOS | 20 |
| Perfil de los buzos | 20 |
| Contactos realizados en los senderos | 22 |
| Contactos realizados con el fondo | 24 |
| Contactos realizados por género | 26 |
| Inmersiones en el mismo día | 28 |
| Contactos por nivel de experiencia en el buceo | 29 |
| Inmersiones en el mismo día | 31 |
| Contactos por número de inmersiones | 32 |
| Contactos realizados según las variables | 32 |
| Actividad durante la inmersión | 32 |
| Conocimiento del sitio | 32 |
| Número de días buceando | 34 |
| Contactos | 34 |
| Intensidad de la corriente | 34 |
| Visibilidad | 35 |
| Etapa del buceo | 35 |
| Educación ambiental | 37 |
| Influencia de algunas variables sobre el comportamiento de los buzos | 38 |
| DISCUSIÓN | 41 |
| CONCLUSIONES | 50 |
| LITERATURA CITADA | 51 |

| ÍNDICE DE FIGURAS | | Pág. |
|--------------------------|---|-------------|
| Figura 1 | Ubicación de las Islas Marietas (1) y de Los Arcos (2) en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México. | 12 |
| Figura 2 | País de procedencia de los buzos observados. | 20 |
| Figura 3 | Nivel de experiencia de los buzos en Bahía de Banderas, COWD: certificación de Open Water Diver, OWD: Open Water Diver. | 21 |
| Figura 4 | Senderos de las Islas Marietas. | 23 |
| Figura 5 | Sendero de Los Arcos. | 23 |
| Figura 6 | Contactos en los senderos de las Islas Marietas y Los Arcos. | 24 |
| Figura 7 | Contactos hechos por los buzos en los distintos tipos de fondo de las Islas Marietas y Los Arcos. | 25 |
| Figura 8 | Contactos realizados por los buzos hombres y mujeres en las Islas Marietas y Los Arcos. | 26 |
| Figura 9 | Contactos realizados por buzos hombres y mujeres con rodillas, manos, aletas y equipo. | 27 |
| Figura 10 | Diferencias en el número de contactos entre la primera y segunda inmersión de hombres y mujeres. | 28 |
| Figura 11 | Contactos realizados por buzos con diferentes niveles de experiencia en los senderos de las Islas Marietas y Los Arcos. | 29 |
| Figura 12 | Contactos realizados por buzos con diferentes niveles de experiencia con manos, rodillas, aletas y equipo, en los senderos de las Islas Marietas y Los Arcos. | 30 |
| Figura 13 | Diferencias en el número de contactos entre la primera y segunda inmersión de acuerdo al nivel de experiencia de los buzos. | 31 |
| Figura 14 | Porcentaje de inmersiones realizadas por los buzos antes de visitar Bahía de Banderas. | 32 |
| Figura 15 | Contactos realizados por buzos con diferente experiencia de buceo. La experiencia de acuerdo al número de inmersiones previas. | 33 |
| Figura 16 | Diferencias en el número de contactos realizados entre los buzos a quienes se les dio el folleto informativo y a quienes no se les ofreció. | 37 |

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

| | | |
|-----------------|--|----|
| Cuadro 1 | Variables y categoría utilizadas para evaluar el comportamiento de los buzos en las localidades de las Islas Marietas y Los Arcos en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. | 17 |
| Cuadro 2 | Resultados de la prueba de Mann-Whitney de acuerdo a las variables utilizadas para evaluar el comportamiento de los buzos. | 36 |
| Cuadro 3 | Resultados de la aplicación del criterio de Akaike en el Modelo Lineal Generalizado. En todos el valor de $p < 0.000001$. | 39 |
| Cuadro 4 | Valores del Modelo Lineal Generalizado con una distribución de Poisson y resultados del estadístico de Wald. | 40 |
| Cuadro 5 | Estudios sobre el comportamiento de buzos en distintas localidades de buceo del mundo. | 48 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | | |
|----------------|--|----|
| Anexo 1 | Folleto informativo de las Islas Marietas entregado a los guías de buceo de diferentes agencias prestadoras de servicio en la Bahía de Banderas. | 58 |
| | Anexo 1.1. Hoja dos del folleto de las Islas Marietas. | 59 |
| | Anexo 1.2. Hoja tres del folleto de las Islas Marietas. | 60 |
| | Anexo 1.3. Hoja cuatro del folleto de las Islas Marietas. | 61 |
| Anexo 2 | Folleto informativo de Los Arcos entregado a los guías de buceo de diferentes agencias prestadoras de servicio en la Bahía de Banderas. | 62 |
| | Anexo 2.1. Hoja dos del folleto de Los Arcos. | 63 |
| | Anexo 2.2. Hoja tres del Folleto de Los Arcos. | 64 |
| | Anexo 2.4. Hoja cuatro del folleto de Los Arcos. | 65 |
| Anexo 3 | Matriz de contactos de todos los buzos evaluados en las Islas Marietas, durante las tres etapas en las que se dividió la inmersión. | 66 |
| Anexo 4 | Matriz de contactos de todos los buzos evaluados en Los Arcos, durante las tres etapas en las que se dividió la inmersión. | 67 |
| Anexo 5 | Protocolo de buceo. | 68 |

RESUMEN

El establecimiento de las Áreas Naturales Protegidas para uso ecoturístico ha tenido un auge importante en las últimas décadas, lo que ha provocado una presión ecológica e impactos negativos en los ecosistemas que se intenta proteger. El buceo es una de las actividades turísticas de mayor crecimiento a nivel mundial. Sin embargo, se ha demostrado que el uso excesivo y sin planeación trae como consecuencias la pérdida de biodiversidad, la fragmentación y muerte de corales y por consiguiente cambios en la estructura de las comunidades. El comportamiento irresponsable de los buzos es uno de los causantes del impacto en estos sitios. En Bahía de Banderas ubicada en la costa norte de Jalisco y sur de Nayarit, se sitúan dos Áreas Naturales Protegidas con intensa actividad ecoturística relacionadas principalmente con el buceo, Islas Marietas declaradas en 2005 como Parque Nacional y Los Arcos reconocido en 1975 como Zona de Protección de Flora y Fauna. En el presente trabajo se evalúa y analiza el comportamiento de 101 buzos durante inmersiones de 35 minutos, con el fin de reconocer las variables que influyen en el contacto con el fondo. A su vez, se evalúa la efectividad de la implementación de estrategias de educación ambiental para buzos, encaminadas a disminuir el efecto negativo sobre los ecosistemas marinos. Se observó que más del 90% de los buzos realizaron al menos un contacto con el fondo; el contacto más común fue de las aletas sobre los fondos arenosos. Sólo un 2% de los buzos hicieron contacto con corales. Los buzos Discovery y quienes realizan buceos para certificación (COWD) provocan más contactos que el resto de los niveles. La visibilidad resultó ser la variable más significativa respecto al aumento en el número de contactos. Las variables de género, uso de cámara, nivel y conocimiento del sitio, en conjunto hacen más probable el contacto. Se recomienda que los guías de buceo vigilen el comportamiento de los buzos durante la inmersión y se propone que las inmersiones se hagan en senderos preestablecidos; así como restringir a los buzos Discovery y COWD a fondos arenosos y con baja cobertura de corales.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha incrementado notablemente el número de Áreas Naturales Protegidas (ANP) en todo el mundo. Éstas tienen como propósito principal conservar los ecosistemas y hacer uso sustentable de sus recursos. Actualmente en México, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), cuenta con 166 ANP de carácter federal de las cuales 19 son Áreas Marinas Protegidas (AMP) (CONANP, 2008). Estas áreas se han convertido en un gran atractivo para los turistas lo que las hace susceptibles a un deterioro, provocado no sólo por la gran cantidad de visitantes que tienen al año y las distintas actividades que de forma desordenada se desarrollan dentro de éstas, sino también por sus deficientes planes de manejo. Se sabe bien que un turismo sin planeación puede traer graves consecuencias a las zonas naturales, degradando o cambiando de forma significativa la estructura de las comunidades naturales residentes (Kriwoken, 1996; Buckley, 2003).

Algunas actividades turísticas como el ecoturismo y el deporte de aventura han tenido un gran desarrollo en los últimos años. Entre estas actividades, el buceo es de las de mayor crecimiento y popularización con un crecimiento mundial del 20% anual (Cesar *et al.*, 2003) generando miles de dólares a la industria del turismo (Davis y Tisdell, 1995; Hawkins *et al.*, 2005). Distintos destinos turísticos ofrecen al público en general la oportunidad de disfrutar de la belleza de la fauna y flora marina, lo que ha acentuado la explotación de las AMP's; poniendo así en riesgo a los ecosistemas marinos, principalmente los más susceptibles o frágiles, como es el caso de los arrecifes.

El auge del buceo ha acentuado la preocupación por el evidente incremento en el deterioro de los arrecifes en el mundo en los últimos años, causado no sólo por el blanqueamiento, la sedimentación y la contaminación, sino también por diferentes prácticas turísticas (Marion, 1994; Hawkins *et al.*, 2005). Esta preocupación se refleja en el aumento de estudios sobre las actividades turísticas que impactan directamente a los arrecifes. En algunos sitios populares de buceo del Caribe, Mar Rojo y Australia, existen evidencias de la destrucción causada por buzos, como es

el caso de corales fragmentados o muertos, la disminución de la diversidad de vertebrados e invertebrados y algunos cambios importantes en la estructura de las comunidades (Hawkins *et al.*, 1999; Tratalos y Austin, 2001; Zakai y Chadwick-Furman, 2002).

Los trabajos sobre impacto de buzos se concentran en lugares con gran cobertura coralina, pues éstos atraen a un número importante de turistas. En México, a pesar de existir una gran cantidad de arrecifes y una alta afluencia de turistas, los estudios sobre el impacto del buceo recreativo no han sido prioritarios y no existen evidencias de estudios formales en la literatura científica.

Los arrecifes mexicanos son frecuentemente visitados por su belleza y accesibilidad a los turistas. Mientras que en el Mar Caribe dominan los arrecifes coralinos, en el Pacífico mexicano la mayoría de los arrecifes son del tipo rocoso, los cuales albergan una gran biodiversidad marina por lo que son igualmente atractivos para los turistas. Además, se tiene relativamente buen conocimiento sobre la riqueza biológica de esta región, al menos de los grupos más conspicuos y atractivos para los visitantes.

Puerto Vallarta, ubicado en Bahía de Banderas, es uno de los destinos del Pacífico mexicano más populares para el turismo nacional y del extranjero. En los últimos años este destino ha tenido un crecimiento acelerado, lo que ha generado una mayor demanda en los servicios turísticos, incluyendo el buceo. Esto ha provocado una mayor explotación de los arrecifes rocosos de la Bahía, principalmente los más populares ubicados en las Islas Marietas y Los Arcos. Aunque no existe una evaluación de este impacto, es de esperarse una rápida degradación de estos ecosistemas y en consecuencia, la pérdida de biodiversidad y del atractivo para los visitantes; ya que el cambio más dramático en los ecosistemas arrecifales se da en las primeras etapas de su uso, generalmente cuando las especies más susceptibles y frágiles son amenazadas (Rouphael e Inglis, 2001).

Educación ambiental

Para crear conciencia entre los buzos se ha considerado el uso de herramientas de la educación ambiental, desde una perspectiva crítica ésta reconoce y denuncia la forma de concebir el progreso y el desarrollo y tiene como finalidad romper el actual estado de vida y desarrollar sensibilidad acerca de la importancia del cuidado y protección del entorno natural. Los senderos interpretativos son una herramienta efectiva en las ANP's, ya que vinculan dos aspectos importantes: los sistemas naturales y el impacto del hombre en estos (Bedoy *et al.*, 2005). Los senderos permiten tratar el tema ambiental del sitio que se visita provocando un menor daño en el ecosistema, ya que solo se utiliza la porción del área protegida destinada para uso público (Anónimo, 2004; Bedoy *et al.*, 2005). El diseño y el establecimiento apropiado de estos senderos, ayuda a alejar a los visitantes de aquellos ambientes más sensibles y llevarlos a áreas con una mayor resiliencia (Marion y Cole, 1996; Plathong *et al.*, 2000).

Una de las dificultades de crear senderos interpretativos submarinos, recae en la falta de comunicación verbal del guía con los visitantes durante el buceo, además de que los buzos tienen completa libertad de movimiento, ya que no se ven restringidos por la topografía del ambiente que les rodea (Rouphael e Inglis, 1997; Plathong *et al.*, 2000). Esto pone de manifiesto la importancia de las pláticas informativas antes de las inmersiones y el uso de material didáctico que permita la interpretación del sendero.

Algunas experiencias sobre el efecto que producen las pláticas informativas o "briefings" en los buzos, incluyen el trabajo de Medio *et al.* (1997) en los arrecifes de "Sharm el Sheik" en Egipto. Ellos demostraron que estas pláticas producen efectos positivos en los buzos, ya que disminuyeron los contactos con el fondo en un 70% y pasaron de 0.9 a 0.4 toques por cada siete minutos de buceo. Aunque por otro lado, Barker y Roberts (2004) no encontraron diferencias significativas entre los buzos que recibieron la plática informativa y quienes no, además, indican que la intervención del líder de buceo durante las inmersiones disminuye considerablemente los contactos.

ANTECEDENTES

El impacto que el buceo recreativo ejerce sobre los ecosistemas se divide en dos tipos principales. El primero es el impacto indirecto, que incluye aspectos tales como el daño por el anclaje, por aspas de motores, por el choque de embarcaciones o por el derrame de combustibles (Davis, 1977; Smith, 1988; Medina-Rosas, 1997). El segundo es el impacto directo, que se enfoca en el daño que provocan los buzos al entrar en contacto con las estructuras coralinas y otros organismos. Los estudios que evalúan el daño producido por el impacto directo del buceo, a su vez se pueden dividir en dos categorías: 1) Los que evalúan los cambios en la estructura y diversidad del arrecife, entre sitios con gran cantidad de buzos y sitios con pocos o ningún visitante; y 2) los que se enfocan en estimar el efecto causado por la cantidad e intensidad de toques a las estructuras arrecifales y al sustrato; además, en determinar las diferencias de comportamiento y daño entre los distintos tipos de visitantes de los arrecifes, por ejemplo, las diferencias entre hombres y mujeres, fotógrafos y no fotógrafos, los niveles de experiencia, etc.

Entre los estudios de la primera categoría se encuentra el trabajo de Hawkins y Roberts (1992) quienes encontraron que en Sharm-el-Sheik (Egipto), había un mayor número de colonias laceradas o rotas, fragmentos sueltos de corales vivos, y corales parcialmente muertos en sitios con alta incidencia de buzos cuando se compararon con lugares de baja o nula presencia de éstos. Con esto confirmaron que la presencia de buzos provoca un cambio importante en la estructura comunitaria de la biota marina. De igual forma Garrabou *et al.* (1998) en un trabajo realizado en la Isla Medes (España), encontraron una reducción en la densidad de las colonias de briozoarios en arrecifes rocosos, además de una restricción en su distribución a zonas más ocultas en los sitios con mayor incidencia de buzos. Por otro lado en la Isla Bonaire (Mar Caribe), Hawkins *et al.* (1999) compararon comunidades de corales y peces de reservas donde no se permite el buceo y sitios con condiciones similares donde se realizan hasta 6,000 inmersiones por año; notaron una disminución significativa en la proporción de colonias viejas de

corales masivos dentro de los sitios de buceo y un aumento de los corales ramosos, comparado con una pérdida menor en las áreas protegidas (reservas). Con esto concluyeron que aun los niveles bajos de buceo pueden tener efectos pronunciados en la dominancia de especies en la comunidad. Además afirman que el buceo no afecta a las comunidades de peces.

Por otro lado, Tratalos y Austin (2001) mediante video-transectos, compararon sitios con alta cantidad de buzos y sitios con nula presencia de estos, asimismo analizaron la diferencia de cobertura cerca de la boya de buceo y los sitios más alejados de ésta. Encontraron más corales dañados y muertos en lugares donde la cantidad de buzos era mayor y demostraron que la cobertura de corales masivos era menor cerca de la boya de descenso de buceo, y aumenta conforme las áreas de buceo se alejan de ésta. Finalmente Zakai y Chadwick-Furman (2002) demostraron también que en sitios con una mayor cantidad de buzos recreativos existían menos corales vivos, además de una mayor cantidad de corales erosionados (por golpes) o rotos. Además observaron que los corales ramosos eran más susceptibles a ser dañados que los masivos.

Entre los estudios de la segunda categoría se encuentran los que evalúan específicamente los contactos de los buzos a las estructuras coralinas, rocas o fondos blandos (Rouphael e Inglis, 1997; Zakai y Chadwick-Furman, 2002; Barker y Roberts, 2004; Uyarra y Côté, 2007). Éstos han revelado que los daños son causados principalmente por: 1) las aletas, que directamente golpean los corales o que al tocar el sedimento lo suspenden; 2) las manos, ya que en ocasiones los buzos de manera intencional se sostienen del fondo para no ser llevados por la corriente o para observar algún organismo; y 3) el equipo de buceo, como consolas, reguladores o lámparas, que al no estar bien sujetos quedan sin supervisión por parte del buzo y son arrastrados durante la inmersión sobre el fondo golpeando a los organismos bentónicos y el sedimento. Rouphael e Inglis (2001) demostraron que en el Parque Marino “Gran Barrera de Arrecife” (Australia), de 214 buzos observados, el 17% rompieron corales y ocho de ellos eran causantes del 75% del daño total que sufrió el arrecife. Concluyeron que el

daño más intenso no estaba ligado a los lugares con mayor cobertura coralina o incidencia de buzos, sino cerca de las boyas de amarre, donde comúnmente ajustan su flotabilidad antes de iniciar el recorrido. Además evaluaron las diferencias del daño causado por buzos fotógrafos y no fotógrafos y el género. Aunque no encontraron diferencias significativas relacionadas con el uso de cámaras submarinas, demostraron que los buzos varones causan mayor daño que las mujeres ya que tienden a ser más curiosos y arriesgados.

En esta misma categoría de estudios se encuentra el trabajo de Barker y Roberts (2004), quienes evaluaron una serie de variables¹ y las relacionaron con el comportamiento de los buzos y el contacto de buzos y de corales fragmentados por minuto. Concluyeron que los buzos hacen en promedio 0.09 contactos por minuto y que a su vez los que usan cámaras dañan más que aquellos sin cámaras. Quienes hacían inmersiones desde la playa tenían más contactos con el fondo que los que utilizaban embarcación y las inmersiones nocturnas provocaban el doble de daño que las realizadas durante el día.

Uyarra y Côté (2007) evaluaron el comportamiento de buzos que observaban animales carismáticos como caballitos de mar (familia Syngnathidae) y peces sapo (familia Antennariidae). Los buzos que se acercaban a estas especies hacen significativamente más contactos con el fondo y por periodos más largos, que cuando estas especies están ausentes. Además concluyen que las mujeres en presencia de estos peces tienden a dañar más que los hombres. También encontraron que los buzos fotógrafos dañan más que los no fotógrafos.

En México, se han realizado múltiples trabajos para evaluar la biodiversidad asociada a los arrecifes rocosos y coralinos del Pacífico. Los grupos taxonómicos de mayor interés para los buzos debido a sus formas, colores y comportamiento,

¹ Las variables a medir fueron intervención del guía de buceo, género, nivel de buceo, uso de cámaras, la presencia de corrientes, si se daba la plática informativa por parte del guía (briefing), si el buceo era de playa, número de inmersiones completadas en el sitio de buceo, número total de inmersiones, visitante de crucero o no, si pertenecían a un grupo ambientalista, si eran inmersiones nocturnas o no, y si el buzo leía o no artículos de la vida marina.

además de ser frecuentes y conspicuos, son los peces, corales, equinodermos y moluscos. La diversidad de peces asociada a los arrecifes del Pacífico ha sido documentada por diferentes estudios (e.g. Amezcua-Linares, 1987; Balart *et al.*, 1995; Galván-Magaña *et al.*, 1996; Pérez-España *et al.*, 1996; Barrientos-Villalobos, 2000; Villareal-Cavazos *et al.*, 2000; Thomson *et al.*, 2000; Aguilar-Palomino *et al.*, 2001; Galván-Villa, 2006, 2008) , así como la de corales (e.g. Reyes-Bonilla, 1992; Guzmán y Cortés, 1993; Carriquiry y Reyes-Bonilla, 1997; Glynn y Leyte, 1997; Rodríguez-Zaragoza, 1998; Cupul-Magaña *et al.*, 2000; Vizcaino-Ochoa, 2000; Medina-Rosas y Cupul-Magaña, 2004; Medina-Rosas *et al.*, 2005), equinodermos (e.g. Solís-Marín *et al.*, 1997; Cintra-Buenrostro, 1998; Holguín-Quiñones, 2000; Benítez-Villalobos, 2001 Solís-Marín *et al.*, 2005; Zamorano & Leyte-Morales, 2005; González-Medina, 2006; Ríos-Jara *et al.*, 2008;) y moluscos (e.g. Keen, 1971; Pérez-Peña y Ríos-Jara, 1998; Esqueda *et al.*, 2000; Bertsch, *et al.*, 1999; Ríos-Jara *et al.*, 2001, 2006, 2008; Angulo-Campillo, 2002, 2005; Behrens y Hermosillo, 2005; Hermosillo, 2003, 2006; Hermosillo y Behrens, 2005; Hermosillo *et al.*, 2006).

Estudios en Bahía de Banderas

Dentro de los trabajos realizados en la Bahía de Banderas se encuentran algunos sobre aspectos geológicos y oceanográficos de la región (Cupul-Magaña *et al.*, 2004; Rutz-López y Núñez-Cornú, 2004; Álvarez, 2005; Plata y Filonov, 2007). En Los Arcos y las Islas Marietas existen también trabajos orientados principalmente a reconocer su flora y fauna tanto terrestre como marina (Yañez-Rivera, 1988; Solís-Gil, 1996; Medina-Rosas, 1997; Nepote, 1998; Aranda-Mena, 2000; Ramírez-Delgadillo *et al.*, 2000; Rebón-Gallardo, 2000; Sánchez-González, 2000; Vizcaino-Ochoa, 2000; Espinosa-Pérez y Hendrickx, 2001; Medina-Rosas *et al.*, 2005; Moncayo-Estrada *et al.*, 2006).

El trabajo de Medina-Rosas (1997) es el primer estudio sobre el impacto de los visitantes en los arrecifes de Bahía de Banderas. Este autor concluye que el uso de anclas es el mayor riesgo para los corales, y reconoce que el contacto por aletas es el más común entre los buzos.

Recientemente Ramírez-Cordero (2008) reconoce el impacto directo del buceo y la importancia de estudiar el comportamiento de los buzos y de regular esta práctica. Planteó estrategias de educación e interpretación ambiental, orientadas a prestadores de servicio y turistas, asimismo estableció senderos interpretativos tanto para las Islas Marietas como para Los Arcos. Durante la investigación se llevaron a cabo pláticas informativas a los prestadores de servicio, donde se incluían aspectos geológicos, ecológicos, biológicos y turísticos de ambos sitios. Sin embargo, no realizó ninguna evaluación de la efectividad de las propuestas hechas en su tesis, ni informó de ningún resultado con respecto a estas actividades.

Las Áreas Marinas Protegidas de las Islas Marietas y Los Arcos

Desde el año 2005, las Islas Marietas son consideradas AMP en la categoría de Parque Nacional (CONANP, 2008). La conservación de estas islas fue considerada prioritaria desde que en 1992 la Sociedad Costeau propuso un "Plan Recreativo de Parques/Reservas", donde se procuraba el uso de los recursos de forma sustentable; además de, proponer planes de educación ambiental, recreación y generación de ingresos, como ejes para la protección de la fauna y flora de la zona.

Posteriormente, en el año 1997 la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) reconoció a este sitio como prioritario para la conservación de recursos genéticos y de los ecosistemas representativos de la región. En el año 2004 la CONANP propuso a las Islas Marietas como sitio Ramsar y fueron incluidas como el sitio 1345 en la lista (Anónimo, 2007).

Otra de las zonas prioritarias dentro de Bahía de Banderas es Los Arcos, declarada en 1975 como Zona de Refugio para la Protección de Flora y Fauna Marina por el gobierno federal (Diario Oficial de la Federación, 1975). Sin embargo, a pesar de esta declaratoria y su cercanía con Puerto Vallarta, son pocos los estudios en la zona.

JUSTIFICACIÓN

Es evidente que los arrecifes son ecosistemas singulares y vulnerables, que representan un recurso importante y valioso para la industria del turismo.

El buceo se ha convertido en nuestros días en una de las actividades turísticas que más derrama económica deja en el mundo con aproximadamente 16 millones de personas buceando al año (PADI, 2007). Estos turistas se sienten atraídos por aquellos sitios especiales, que comúnmente son declarados zonas protegidas (Davis y Tisdell, 1995). Por lo tanto, las Áreas Marinas Protegidas del mundo se encuentran en un riesgo constante por la falta de planes eficaces para su uso racional.

Se sabe que las personas que bucean pueden provocar diversos daños al romper accidental o deliberadamente los corales, golpear el sedimento con sus aletas, tocar y llevarse organismos (Barker y Roberts, 2004). Sin embargo, existen pocos estudios del comportamiento que los buzos tienen en las áreas protegidas y del daño potencial que estos pueden inducir. Es evidente que evaluar adecuadamente el daño serio que provocan los buzos ayudara a proponer estrategias de conservación.

La mayoría de los trabajos realizados con respecto al impacto que las actividades recreativas como el buceo tienen sobre los arrecifes se han llevado acabo en sitios donde la cobertura coralina es amplia. Muy pocos estudios han evaluado lo que sucede en los arrecifes rocosos, que son los más comunes en el Pacífico mexicano. La revisión de la bibliografía disponible en distintas bases de datos (SCOPUS-DGB-UNAM², BCCT-UNAM³, CC⁴, ISI⁵) indica que en México no existen estudios sobre este tema.

² SCOPUS-DGB-UNAM: Dirección General de Bibliotecas de la Universidad Nacional Autónoma de México (<http://www.scopus.com/scopus>).

³ BCCT-UNAM: Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra de la Universidad Nacional Autónoma de México (<http://xcaret.igeofcu.unam.mx>).

La zona de los Arcos y las Islas Marietas son los principales sitios para el turismo de buceo en Bahía de Banderas. Esto tiene un impacto directo sobre sus ecosistemas marinos, principalmente sobre las áreas arrecifales rocosas que son más frecuentemente visitadas.

Debido a la falta de planeación y al gran número de turistas que visitan la zona, es necesario estudiar la situación actual del probable impacto directo que las actividades del buceo generan en la zona. La información del tipo de contacto, el potencial daño provocado y el comportamiento de los buzos durante las inmersiones, ayudará a crear estrategias de conservación para reducir el impacto del turismo en estos sitios.

⁴ CC: Current Contents (<http://www.maiz.cucba.udg.mx/new/biblioteca/referenciales.html>).

⁵ ISI Web of Knowledge (<http://www.maiz.cucba.udg.mx/new/biblioteca/referenciales.html>).

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el comportamiento de buzos en los recorridos submarinos más frecuentes de las Áreas Marinas Protegidas de Islas Marietas y Los Arcos, y proponer estrategias para mejorar la práctica de buceo y conservación de los ecosistemas marinos de ambas áreas.

Objetivos particulares

- Conocer el perfil de los buzos que visitan ambas áreas protegidas, como rangos de edad, proporción de sexos, nivel de buceo, nacionalidad y relacionar estas características con su comportamiento.
- Evaluar el efecto de las estrategias de educación ambiental empleadas por Ramírez-Cordero (2008) (particularmente el impacto del folleto informativo y la plática informativa a los prestadores de servicio) en la reducción del número de toques de los buzos.
- Determinar si existe una relación entre las variables observadas y la cantidad de contactos que los buzos hacen sobre el fondo.

METAS

- Elaborar una matriz de incidencias donde se relacione el comportamiento registrado y las etapas de desarrollo del buceo.
- Elaborar, con base en lo anterior, un protocolo de buceo que aglutine los aprendizajes del análisis derivado de la matriz.

HIPÓTESIS

El comportamiento de los buzos evaluado mediante contactos está influenciado por una combinación de factores y no solamente por factores individuales. Entre los principales están las condiciones ambientales del sitio de buceo como la topografía, intensidad de la corriente y visibilidad, además del perfil de cada buzo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

Bahía de Banderas se encuentra ubicada en la costa occidental de México y es compartida por los estados de Jalisco y Nayarit (Figura 1). El área de la bahía ocupa una extensión aproximada de 1,000 km², y cuenta con una línea de costa de 120 km; se encuentra limitada al norte por Punta de Mita y al sur por Cabo Corrientes (Medina-Rosas, 1997; Hermosillo, 2006).

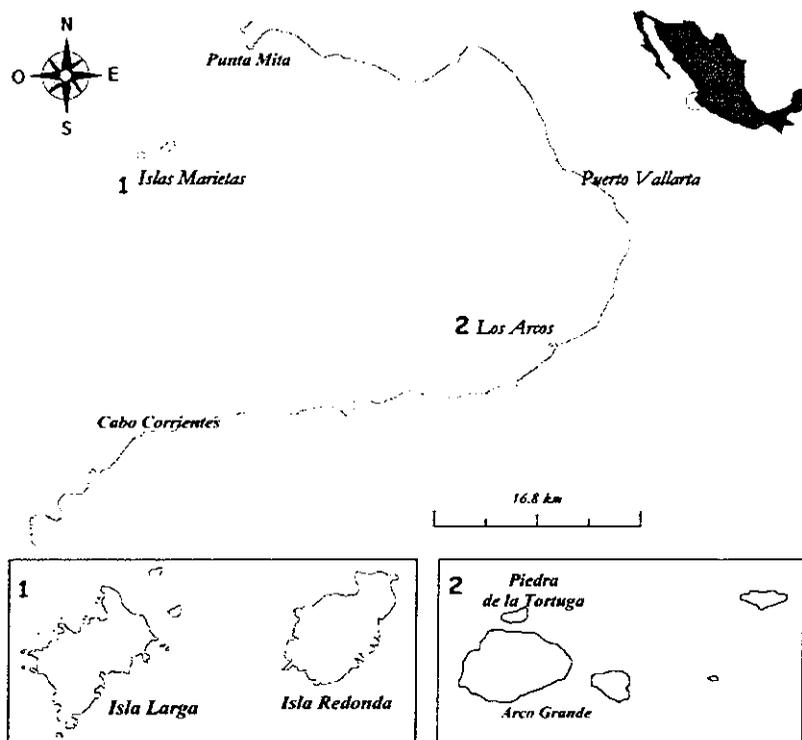


Figura 1. Ubicación de las Islas Marietas (1) y de Los Arcos (2) en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México.

La temperatura media anual en la región es superior a los 22°C y el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temporada de lluvia inicia en Junio y termina en Octubre, la lluvia total acumulada en la región es de 1,400 mm por año (INEGI, 2008).

La fisiografía de la bahía es muy compleja, la profundidad media es de 300 m aunque presenta una plataforma continental bastante reducida hasta los 60 m de profundidad y la atraviesa un cañón profundo (ca. 1,400 m) que corre en dirección suroeste. Geológicamente hablando el área de la bahía está constituida por unidades litológicas de rocas ígneas intrusivas del Mioceno y rocas graníticas del Cretácico Tardío (Secretaría de Marina, 1994; Anónimo, 2007).

Varios ríos y arroyos pequeños desembocan en la bahía los cuales son más caudalosos durante la época de lluvia en el verano. Entre los principales ríos esta el Ameca que desemboca en la parte central de la bahía después de unirse al Río Mascota y el Río Mismaloya que desemboca cerca de Los Arcos.

Bahía de Banderas está influenciada por varios sistemas de corrientes marinas, principalmente por la corriente de California que viene desde el norte con aguas frías y baja salinidad; la Norecuatorial, desde el sur con aguas cálidas; y en menor medida por la corriente del Golfo de California, cálida y húmeda que fluye hacia el sur (Badan, 1997; Plata *et. al.*, 2006). Los eventos de "El Niño" han tenido gran influencia en la región, ya que se presenta un movimiento inverso al incrementarse la fuerza de la corriente Norecuatorial (Medina-Rosas *et. al.*, 2005).

Islas Marietas

Se localizan dentro de la bahía, al noroeste de la ciudad de Puerto Vallarta (20° 42' N, 105° 33' O). Cubren una superficie de alrededor de 8 km² y se conforman por dos islas (Isla Larga e Isla Redonda), dos islotes (El Morro y La Corbeteña) y dos rocas (Ampolla y Los Morros Cuates). La Isla Larga posee una forma irregular y mide más o menos 1 km de longitud por 800 m en su parte más ancha. La altura

máxima es de aproximadamente 43 msnm. Esta isla posee varias ensenadas pequeñas que están constituidas principalmente de playas rocosas de cantos rodados. La Isla Redonda se localiza al este de la Isla Larga. Ésta no presenta playas y sus acantilados pueden medir hasta 40 m de alto.

Los Arcos

Se localizan al sureste de Puerto Vallarta (20° 32' N, 105° 17'O). Están constituidos por cinco islotes y algunas formaciones rocosas, los cuales ocupan un área de casi 30 hectáreas. En esta zona se localizan las mayores profundidades de la bahía pues el cañón pasa a penas a unos metros de distancia de donde sobresalen estas formaciones. La altura de los islotes varía entre los 5 y 50. Sobre estas existe una gran variedad de vegetación. No existen playas para desembarcar.

Determinación del perfil de buzos y evaluación de su comportamiento.

El trabajo de campo se llevó a cabo en los meses de febrero, junio y julio del 2008. Para las evaluaciones, se acompañó a grupos de buzos recreativos y guías de buceo a las Islas Marietas y a Los Arcos. Para determinar el perfil de los buzos, se aplicó un cuestionario en el que se anotó el sexo del buzo, su edad, su lugar de origen, nivel de buceo, número de inmersiones, si era la primera vez que buceaban en estos sitios y si era la primera vez que buceaban durante su visita. Posteriormente se usó esta información para analizarla como variables a medir (Cuadro 1). Asimismo el número de inmersiones se dividió en 4 categorías para tener una mayor visión de lo que sucede con los buzos. Algunos autores mencionan que hay diferencias entre los buzos con menos de 100 inmersiones y los que tienen más de 100 (Rouphael e Inglis, 2001; Uyarra y Côté, 2007).

Se evaluó la etapa del buceo. Para esto se dividió en dos partes la inmersión, los primeros diez minutos contra el resto del buceo. Algunos autores mencionan que hay una mayor incidencia de contactos durante los primeros minutos que es cuando los buzos se ajustan su equipo y flotabilidad (Rouphael e Inglis 1997; 2001; Uyarra y Côté, 2007)

Para la evaluación del comportamiento de buzos se hicieron inmersiones con equipo SCUBA convencional, los grupos a observar eran de tres (un buzo visitante, un guía y un observador) a nueve personas (siete buzos, un guía y un observador). Se siguió al grupo completo durante 35 minutos, la duración de una inmersión en promedio. Durante el recorrido se registraba su comportamiento lo que incluía el número de toques que se hacían con el fondo y si éstos eran intencionales o no.

Los toques se clasificaron de la siguiente manera: 1) se consideraban los toques con el fondo en (a) roca, (b) coral (duro o blando) o (c) arena. Posteriormente se anotaba con qué parte del cuerpo se hacía el contacto, si era con la mano, la rodilla, las aletas o el equipo (regulador, consola, tanque, lámpara y cámara fotográfica o de video). Si los corales resultaban fragmentados debido a un golpe, se anotaba una G a un lado.

Así mismo se midieron dos condiciones de buceo. 1) La intensidad de la corriente (leve, moderada o fuerte) y 2) visibilidad (buena, regular o mala). Los observadores tomaban este parámetro a su criterio, por lo que solo se tomaron en cuenta los dos extremos, para evitar en lo más posible el error por apreciación (Cuadro 1).

Los buzos se clasificaron en:

- 1) Discovery⁶: turistas que bucean por primera vez bajo supervisión de un guía.
- 2) Certificación de Aguas Abiertas (COWD por sus siglas en inglés): aquellas personas que realizaban inmersiones como parte de su curso de certificación.

⁶ Buceo Discovery: Es un curso rápido para personas que desean bucear por primera vez con equipo SCUBA y no tienen certificación. Generalmente se realiza una primera clase en piscina y después una inmersión en el mar a una profundidad no mayor de 10 m, junto al instructor.

- 3) Buzos de Aguas Abiertas (OWD por sus siglas en inglés): buzos que solo contaban con licencia de buceo, pero no poseían ninguna especialidad.
- 4) Avanzado: aquellos con más de 30 inmersiones y dos o más especialidades.
- 5) Master Diver: buzos con más de 100 inmersiones y varias especialidades.
- 6) Instructores: en donde se incluye a todos los guías de buceo.

Análisis estadísticos

Se realizaron pruebas no paramétricas de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis (Steel y Torrie, 1989) para comparar el número de contactos (sustrato y organismos) realizados por los buzos durante sus inmersiones. Para la comparación se usaron las siguientes variables: (1) género del buzo, (2) nivel de experiencia en el buceo, (3) actividad durante la inmersión, (4) número de inmersiones, (5) conocimiento del sitio, (6) número de días buceando durante el viaje, (7) contactos intencionales, (8) intensidad de las corrientes marinas, (9) visibilidad, (10) Inmersiones en el mismo día y (11) etapa del buceo. Además se utilizó la correlación de Spearman (Steel y Torrie, 1989) para determinar la relación entre el número de contactos y la cantidad de inmersiones. Para estas pruebas se usó SigmaStat para Windows Versión 3.5.

Cuadro 1. Variables y categorías utilizadas para evaluar el comportamiento de los buzos en las localidades de las Islas Marietas y Los Arcos en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit.

| VARIABLES | CATEGORIAS |
|--|--|
| Género | a) Hombre b) Mujer |
| Nivel de experiencia en el buceo | a) Discovery b) COWD c) OWD d) Avanzado e) Master Diver f) Instructor |
| Actividad durante la inmersión | a) Solo buceo b) Buceo y fotografía submarina |
| Número de inmersiones | a) 1-99 b) 100-499 c) 500-999 d) Más de 1000 |
| Conocimiento del sitio | a) No conoce el sitio b) Ya conoce el sitio |
| Número de días buceando durante el viaje | a) Primer día de buceo b) Segundo o más días de buceo |
| Contactos intencionales | a) Intencional b) No intencional |
| Intensidad de las corrientes marinas | a) Leve b) Fuerte |
| Visibilidad | a) Buena b) Mala |
| Inmersiones en el mismo día | a) Primera inmersión b) Segunda inmersión |
| Etapas del buceo | a) Primeros 10 min b) Resto de la inmersión |

Evaluación de las estrategias de educación ambiental

Se realizaron dos folletos en español y en inglés, uno para las Islas Marietas y otro para Los Arcos (Anexos 1 y 2). Cada folleto consta de cuatro hojas, en la primera se incluye una explicación del sitio, con anotaciones de su importancia, la fauna y flora característica, además de una pequeña explicación de un grupo atractivo y poco conocido en la bahía (los moluscos opistobranquios). Las siguientes hojas corresponden a la explicación y ubicación de cada sendero propuesto por Ramírez-Cordero (2008), donde además se agregan especies atractivas de cada sitio, principalmente peces, moluscos, corales, esponjas y equinodermos.

En cada una de las hojas del folleto se hace hincapié en la importancia de cuidar el sitio, se incluyen advertencias de la fragilidad de las especies, de las precauciones a seguir durante la inmersión, de la profundidad que alcanza el sendero y de las cosas que no se permite hacer, como molestar a la fauna, tomar y llevarse organismos, pescar, anclarse, alimentar a los peces, etc.

Adicionalmente se realizaron pláticas informativas dirigidas a prestadores de servicio y guías de buceo. En ellas se enfatizó sobre la importancia de la zona, de las especies que habitan ambos sitios, así como de la fragilidad ambiental de Los Arcos y las Islas Marietas. Además se hicieron sugerencias respecto a la mejora del buceo y de la importancia de las intervenciones de los guías durante la inmersión, para mejorar el comportamiento de los buzos.

Se evaluó el impacto de los folletos y de las pláticas a prestadores de servicio como estrategias de educación ambiental para ambos sitios. Para esta evaluación se dividió a los turistas en dos grupos:

Grupo 1. A este grupo no se le entregó el folleto, ni se le ofreció la plática informativa. Se le considera el grupo control, ya que no recibió información alguna previa a la actividad de buceo que pudiera tener alguna influencia en su comportamiento durante la inmersión.

Grupo 2: Se entregaron los folletos (en inglés o español, según el caso) a los buzos y se dio la plática informativa a los prestadores de servicio y guías.

Análisis estadísticos

El análisis de los datos para la variable de educación ambiental, se llevó a cabo por medio de análisis no paramétricos de Mann-Whitney (Steel y Torrie, 1989) para esto se utilizó el programa SigmaStat para Windows Versión 3.5.

Relación entre algunas variables y el comportamiento de los buzos

Para determinar la influencia de ocho variables independientes sobre el número de contactos (variable dependiente), se utilizó el modelo lineal generalizado, por medio de la distribución de Poisson (Hoffman, 2004). Las variables independientes utilizadas fueron género, actividad durante la inmersión, nivel de experiencia en el buceo, número de inmersiones, conocimiento del sitio, buceos recientes, inmersiones en el mismo día y educación ambiental. Además se usó el criterio de información de Akaike para determinar la bondad de ajuste de los conjuntos formados por la regresión, asimismo se utilizó el criterio de Wald para establecer cuales de las variables aumentan la probabilidad de contacto con el fondo (Hoffman, 2004). El paquete estadístico utilizado fue Statistica 7.0.

RESULTADOS

Se realizaron un total de 33 inmersiones en tres salidas de campo, en los meses de febrero, junio y julio de 2008. Diecisiete de las inmersiones se llevaron a cabo en las Islas Marietas y 16 en Los Arcos. Se hicieron observaciones de un total de 101 buzos.

Perfil de los buzos

El 34.3% de los buzos observados estuvo constituido por mujeres y el 65.7% por hombres. Los rangos de edad oscilaron entre los 10 y los 60 años (promedio = 33 años). El 56% de los buzos observados eran extranjeros, y el resto provenían de distintas partes de México (43.5%) (Figura 2). Los buzos mexicanos provenían de los estados de Jalisco (54%), Distrito Federal (23%), San Luis Potosí (9%), Estado de México (7%), Puebla (5%) y Sonora (2%).

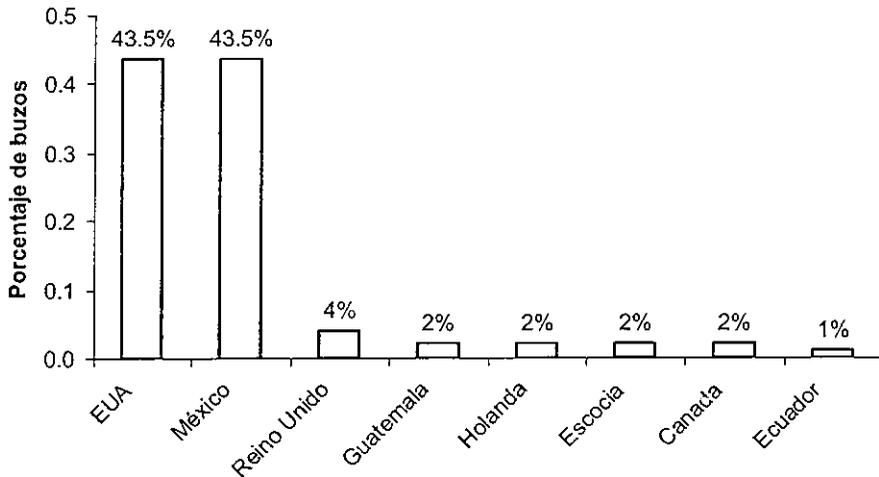


Figura 2. País de procedencia de los buzos observados.

Los visitantes se dividieron en los seis niveles de experiencia de buceo mencionados en la metodología. La mayoría eran Open Water Diver (49.7%) mientras que la proporción de principiantes fue de 11.5%. El resto de las personas observadas resultaron ser buzos con experiencia considerable, teniendo niveles que van desde buzos Avanzados hasta Instructores o Master Diver (Figura 3).

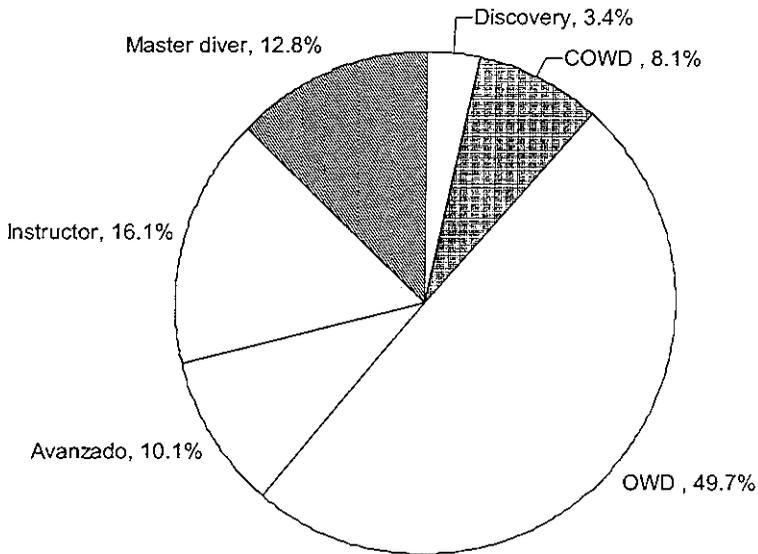


Figura 3. Nivel de experiencia de los buzos en Bahía de Banderas, COWD: certificación de Open Water Diver, OWD: Open Water Diver

El 63% del total de los buzos observados visitaban el sitio por primera vez, mientras que los que conocían el lugar en su mayoría eran Instructores. El 59.8% resultaron ser buzos con menos de 100 inmersiones, aunque se registraron buzos hasta con 6,000 inmersiones. El 44.6% tenían dos o más días realizando buceos, en este grupo se incluyen a los Instructores que generalmente bucean a diario.

Contactos realizados en los senderos

Del total de buzos registrados el 62% realizaron inmersiones en las Islas Marietas y a su vez el mayor número de éstas se hicieron en la Isla Redonda que cuenta con tres senderos principales (Figura 4). El sendero más utilizado en la Isla Redonda fue El Amarradero con 47.1% de las inmersiones, en este punto se encuentra la mayor cobertura coralina de la zona, en la que se incluyen las especies *Pavona gigantea* y *Porites panamensis*. En La Pared se realizaron el 35.3% de las inmersiones, aquí se encuentran especies de corales blandos de *Leptogorgia ssp* y *Pacifigorgia sp*. Solo en una ocasión se utilizó El Bajo de la Manta (5.9%) para la inmersión. Por otro parte solo dos inmersiones fueron realizadas en la Isla Larga (11.7%).

El restante 38% de las inmersiones se hicieron en Los Arcos. Se llevaron a cabo tres recorridos principales (Figura 5). La mayoría de las inmersiones se hicieron en El Bajo del Cristo (43.8%) que cuenta con gran cobertura de *Tubastrea coccinea*, seguido de El Arco Grande con un 31.2%, donde hay bajas coberturas de coral y finalmente, solo un 25% de las inmersiones se realizaron en El Cañón o Quijada del diablo.

ISLAS MARIETAS

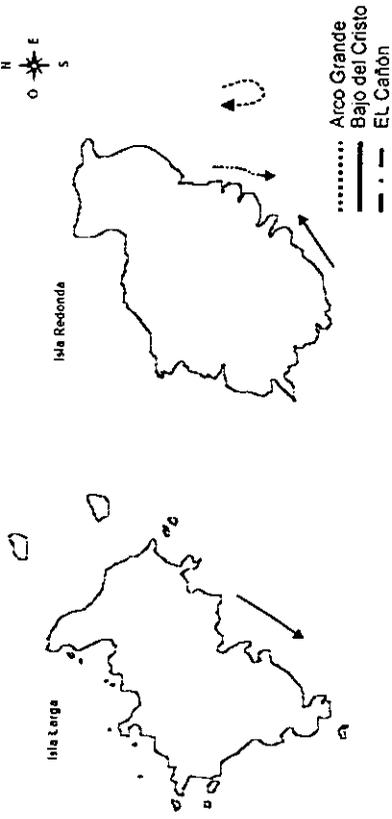


Figura 4. Senderos de las Islas Marietas.

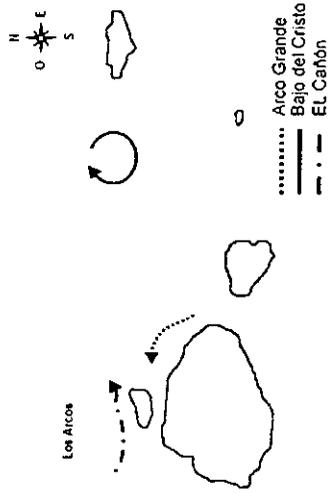


Figura 5. Senderos de Los Arcos

En la figura 6 se observa el número de contactos en los distintos senderos de las Islas Marietas y Los Arcos. No existen diferencias significativas en los contactos recibidos en cada sendero ($H= 7.342$; $p> 0.05$).

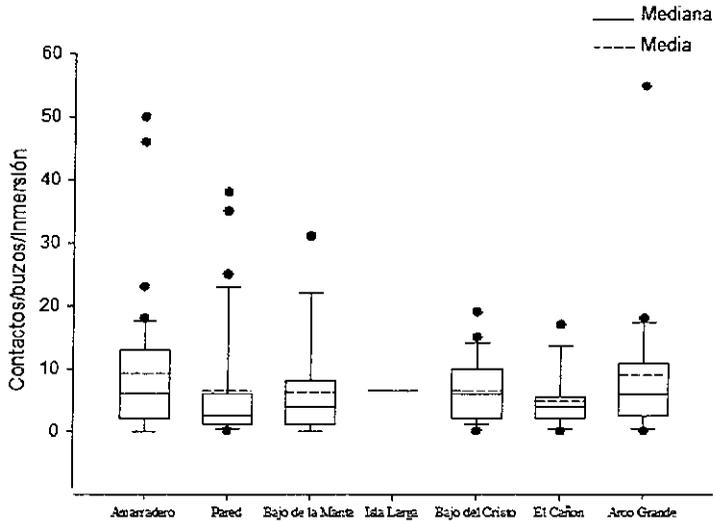


Figura 6. Contactos en los senderos de las Islas Marietas y Los Arcos.

Contactos realizados con el fondo

Para este caso se hicieron un total de 149 observaciones de buzos, algunos en dos ocasiones (debido a que realizaron inmersiones repetitivas). La mayoría (90.6%) hicieron al menos un contacto durante los 35 minutos de la inmersión, siendo más comunes los toques con aletas (64%), seguidos de las manos (21%), las rodillas (8%) y por último los realizados con el equipo SCUBA (7%). El 62% de los toques se hicieron en fondos arenosos, principalmente con las aletas, el 34% con rocas y el 3% con corales (incluyendo corales blandos y duros) (Figura 7). El contacto rodilla-coral resultó nulo y finalmente un 1% se realizó a otros organismos, como peces, caracoles, almejas y cangrejos. Todos los contactos fueron tomados en cuenta para realizar los análisis correspondientes.

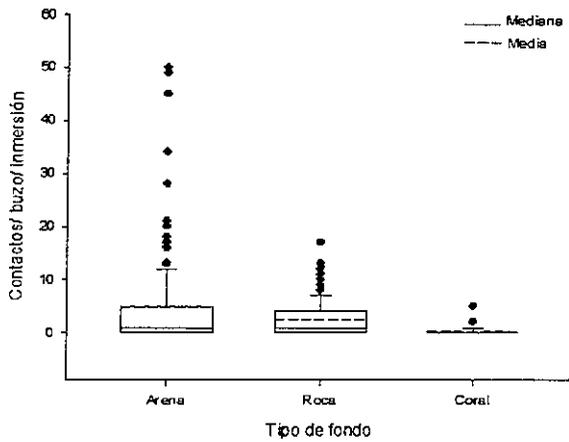


Figura 7. Contactos hechos por los buzos en los distintos tipos de fondo de las Islas Marietas y Los Arcos.

Contactos realizados por género

En lo que respecta a la cantidad de toques por género, el 28.5% fueron realizado por mujeres y el 71.5% por hombres. A nivel individual, en ambos casos (hombres y mujeres) el número de toques por buzo fue muy variable (0 a 55 contactos en 35 minutos de buceo) aunque la mediana (5 contactos/35 min de buceo) fue la misma para ambos casos (Figura 8). La prueba de Mann-Whitney confirmó, que no hay diferencias significativas entre ambos grupos ($U = 7500.5$, $p > 0.05$).

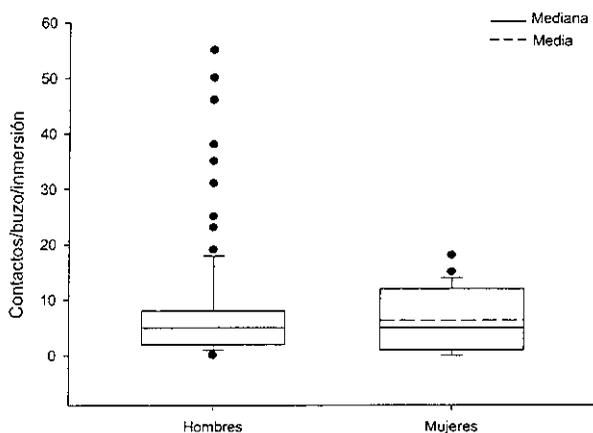


Figura 8. Contactos realizados por los buzos hombres y mujeres en las Islas Marietas y Los Arcos.

Cuando se compara cada tipo de contacto entre hombres y mujeres, en la mayoría de los casos (excepto con las manos), los hombres realizan más contactos que las mujeres (Figura 9). Sin embargo, de acuerdo con la prueba de Mann-Whitney, solo existe diferencia significativa en el caso de los contactos con las rodillas ($U = 3011$, $p < 0.05$).

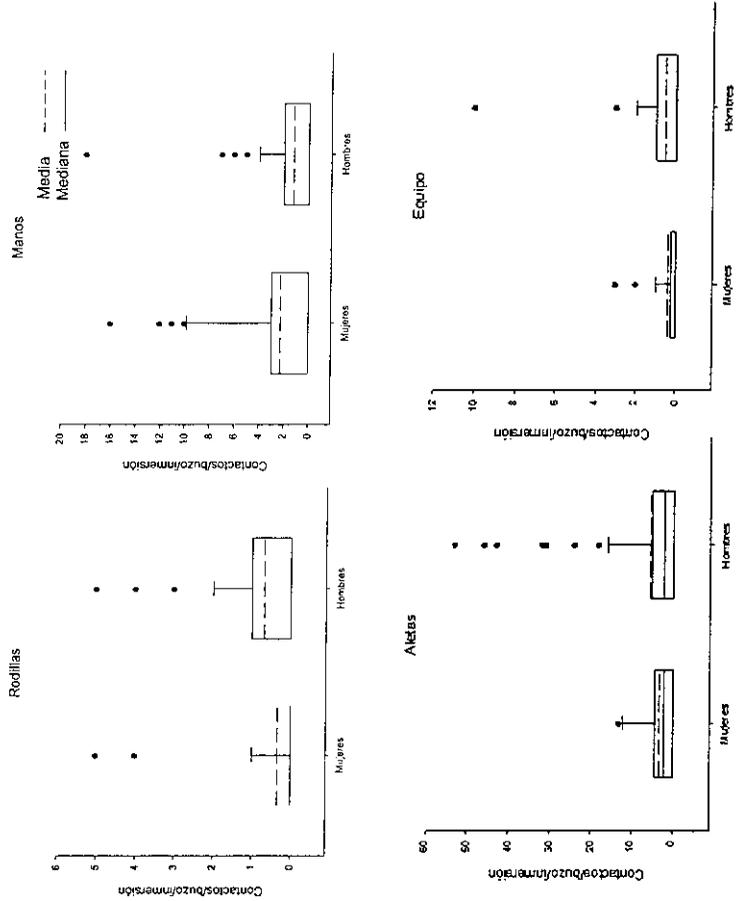


Figura 9. Contactos realizados por buzos hombres y mujeres con rodillas, manos, aletas y equipo.

Inmersiones en el mismo día

Para determinar si existen diferencias entre la primera y segunda inmersión, se tomaron en cuenta solo las observaciones de 42 buzos con inmersiones repetitivas. No se encontraron diferencias significativas en la mediana de toques con el fondo entre la primera y segunda inmersión de hombres ($Hombres_{1ra.} = 5$, $Hombres_{2da.} = 4$) y mujeres ($Mujeres_{1ra.} = 6$, $Mujeres_{2da.} = 6$) según la prueba de Mann-Whitney ($U_{hombres} = 357.5$ $p > 0.05$; $U_{mujeres} = 108$ $p > 0.05$;) (Figura 10).

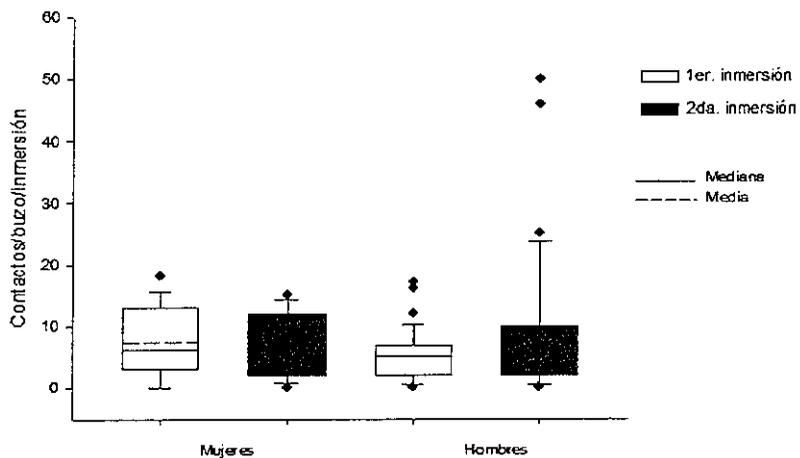


Figura 10. Diferencias en el número de contactos entre la primera y segunda inmersión de hombres y mujeres.

Contactos por Nivel de experiencia en el buceo

De acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis, existen diferencias significativas en el número total de contactos observados entre los diferentes niveles de experiencia (Figura 11). El número de contactos es mayor por parte de los buzos Discovery y disminuye conforme los buzos van adquiriendo más nivel. Por otro lado, se observa que los buzos Master Diver realizan más contactos que el resto de los buzos certificados.

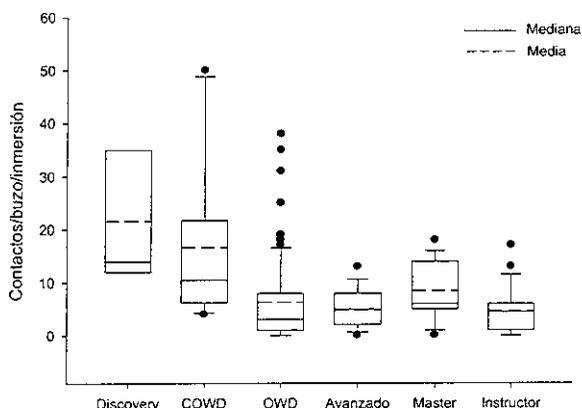


Figura 11. Contactos realizados por buzos con diferentes niveles de experiencia en los senderos de las Islas Marietas y Los Arcos.

Cuando se comparan los tipos de contactos entre los diferentes niveles de experiencia de buceo, los contactos con las aletas fueron los más comunes. La prueba de Kruskal-Wallis demostró que existen diferencias significativas en los contactos hechos por aletas entre los diferentes niveles ($H= 38.46$ $p<0.05$). Los principiantes (Discovery y COWD) realizaron más contactos con las aletas que el resto. Los toques con rodillas, manos y equipo no fueron diferentes entre los buzos (Figura 12).

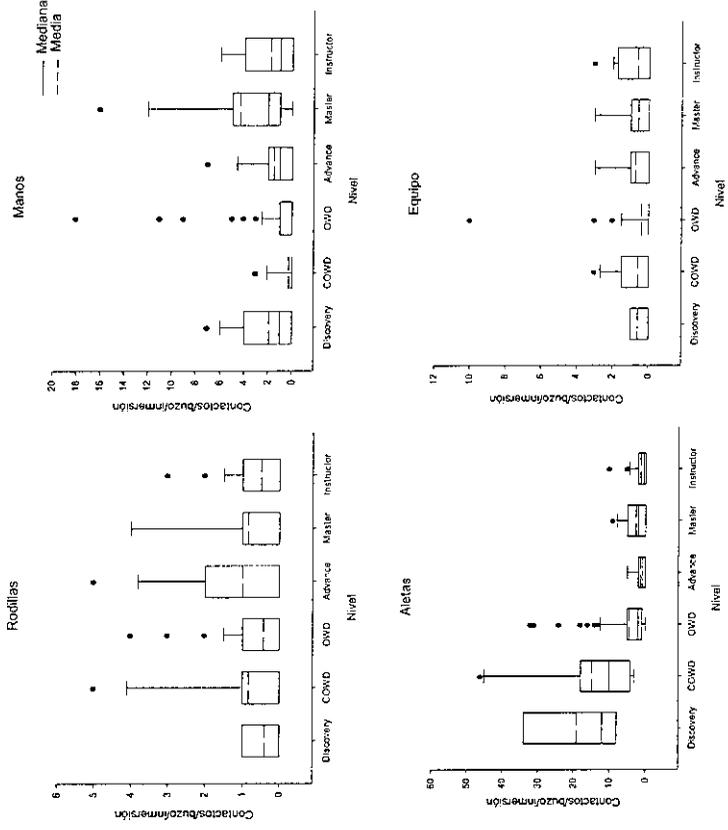


Figura 12. Contactos realizados por buzos con diferentes niveles de experiencia con manos, rodillas, aletas y equipo, en los senderos de las Islas Marietas y Los Arcos.

Inmersiones en el mismo día

Para conocer si existen diferencias entre la primera y segunda inmersión, se evaluó a 40 buzos en ambas localidades de estudio. En el análisis no se incluyeron a los buzos Discovery ya que solo realizan una inmersión, mientras que los COWD solo se observaban una vez, porque en la segunda inmersión realizan ejercicios referentes a la certificación

Mediante la prueba de Mann-Whitney, se encontró que no existen diferencias significativas al comparar la cantidad de contactos realizados en la primera y segunda inmersión en buzos con diferentes niveles de experiencia. Para los buzos Master Diver, el valor de p fue del 0.059 (Figura 13).

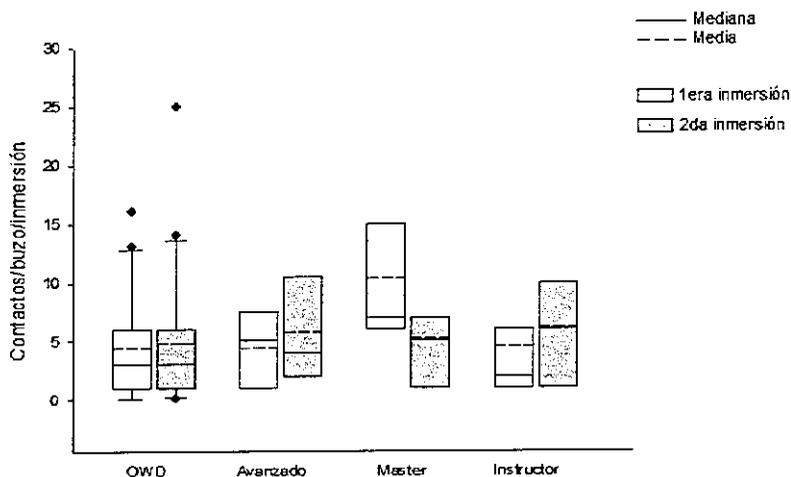


Figura 13. Diferencias en el número de contactos entre la primera y segunda inmersión de acuerdo al nivel de experiencia de los buzos.

Contactos por número de inmersiones

Los buzos que se observaron poseían una experiencia variable, desde una hasta 6000 inmersiones. El número de inmersiones previas a las inmersiones en Bahía de Banderas, se dividió en cinco categorías (Figura 14), solo se tomaron en cuenta para el análisis aquellas variables con n mayor de 15. El mayor número de contactos se encontró entre los buzos con menos de 100 inmersiones completadas (59.8%), siendo la mayoría buzos OWD. Solo se registraron 39.2% de personas con más de 100. Por otra parte los buzos con más de 1000 inmersiones tienen un ligero aumento en los contactos, esto se debe principalmente a que en su mayoría eran buzos Master Diver e Instructores (Figura 15). La cantidad de toques disminuye conforme se aumenta la cantidad de inmersiones (Correlación de Spearman = -0.144). Al aplicar la prueba de Kruskal-Wallis no se encontraron diferencias entre el número de inmersiones y la cantidad de contactos ($H = 0.339$ $p = 0.844$).

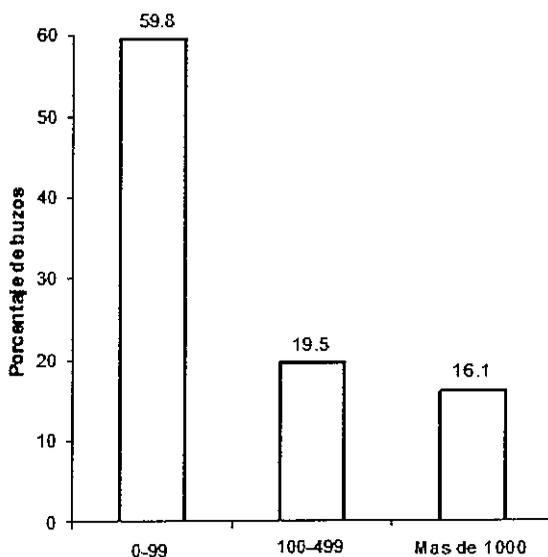


Figura 14. Porcentaje de inmersiones realizadas por los buzos antes de visitar Bahía de Banderas.

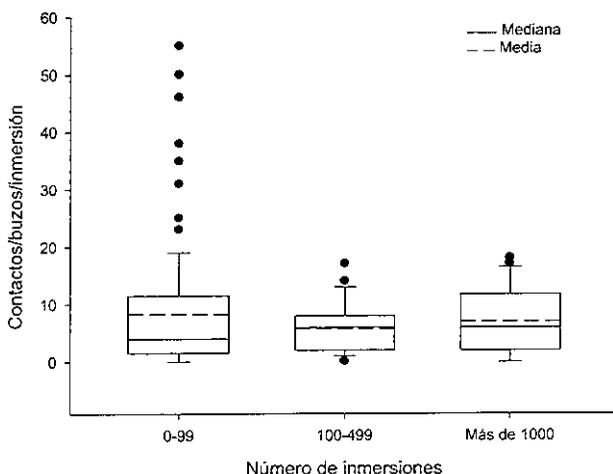


Figura 15. Contactos realizados por buzos con diferente experiencia de buceo. La experiencia de acuerdo al número de inmersiones previas.

Contactos realizados según las variables observadas.

Actividad durante la inmersión

En promedio, se observó que los buzos fotógrafos tocan en más ocasiones el fondo que aquellos sin cámara. Sin embargo la prueba de Mann-Whitney no revela diferencias significativas entre estos dos grupos ($U = 1844$, $p > 0.05$) (Cuadro 2).

Conocimiento del sitio

Parecen no existir diferencias significativas entre las personas que visitan por primera vez alguno de los sitios, y los que ya habían buceado en dos o más ocasiones allí ($U = 3984.5$, $p > 0.05$). La mediana de los contactos fue igual para ambos casos (5 contactos/35 min de buceo) (Cuadro 2).

Número de días buceando

A su vez de los 101 buzos que visitaron las Islas Marietas y Los Arcos, 55.45% realizaban inmersiones por primera vez en su viaje. La mediana de los contactos resultó ser la misma para los dos grupos (5 toques/35 min de buceo). Comparando ambos grupos, no se encontraron diferencias significativas entre las personas que no habían buceado antes en sus vacaciones, y aquellas personas que tenían dos o más días buceando, incluyendo a los Instructores, que pueden bucear de 5 a 6 días a la semana en los mismo lugares ($U=5385.5$ $p > 0.05$) (Cuadro 2).

Contactos

Respecto a la cantidad de contactos que se hacían con el fondo o con los organismos, el 86% fueron no intencionales, y solo el 14% se hicieron de forma intencional. La mayoría de los toques intencionales se hicieron con las manos y fueron hechas por los Instructores. La mediana de contactos intencionales fue de 0 toques/35 min de buceo mientras que los no intencionales de 4 toques/35 min de buceo (Cuadro 2). La prueba de Mann-Whitney revela que existen diferencias significativas entre estos grupos ($U= 15394, p < 0.05$).

Intensidad de la corriente

La corriente en ambos sitios se clasificó en leve y fuerte, dada la dificultad de medir estos parámetros, se dejaron a criterio del observador. En el 58% de las inmersiones la corriente fue moderada, (estas inmersiones no se tomaron en cuenta para el cálculo de significancia); mientras que el 36% fue leve y en ocasiones hasta imperceptible. Solo el 6% se clasificó como fuerte, lo suficiente para arrastrar a los buzos o incluso arrojarlos contra las rocas. La cantidad de toques era mayor durante las corrientes fuertes (13.5 toques/35 min de buceo), y disminuía cuando la corriente era leve (5 toques/35 min de buceo) (Cuadro 2), aunque estadísticamente no se encontraron diferencias significativas ($U = 1560.5, p > 0.05$).

Visibilidad

De las 33 inmersiones realizadas solo se consideraron a los buzos que participaron en 22 de los buceos. En el 24% de las ocasiones la visibilidad fue buena y un 33% mala. La probabilidad de contacto aumenta cuando la visibilidad es mala (6 toques/35 min de buceo) respecto a cuando la visibilidad es buena (4 toques/35 min de buceo). Mediante la prueba de Mann-Whitney se reconoce que existen diferencias significativas en las condiciones de visibilidad ($U = 1654, p < 0.05$) (Cuadro 2).

Etapas del buceo

Se consideraron los primeros diez minutos de la inmersión de 68 de las 149 observaciones realizadas. Se compararon los primeros diez minutos del buceo con el resto de la inmersión (25 min). En los primeros minutos se hicieron menos contactos en promedio (1 toques/10 min de buceo). Sin embargo no existen diferencias significativas según Mann-Whitney ($U = 4513.5, p > 0.05$) (Cuadro 2)

Cuadro 2. Resultados de la prueba de Mann-Whitney de acuerdo a las variables utilizadas para evaluar el comportamiento de los buzos.

| | Número de buzos | | Contactos | | Prueba de Mann-Whitney | |
|--|--------------------|---------|---------------|--------|------------------------|--|
| | (n) | Mediana | Mínimo-máximo | U | p | |
| Actividad durante la inmersión | Buceo y fotografía | 6 | 0 - 38 | 1844 | $p > 0.05$ | |
| | Solo buceo | 5 | 0 - 55 | | | |
| Primera vez en el sitio | Primer buceo | 5 | 0 - 55 | 3984.5 | $p > 0.05$ | |
| | Mas de un buceo | 5 | 0 - 18 | | | |
| Número de días buceando durante el viaje | Primer día | 5 | 0 - 50 | 5385.5 | $p > 0.05$ | |
| | Dos o más días | 5 | 0 - 55 | | | |
| Contactos | Intencional | 0 | 0 - 16 | 2870 | $p < 0.05 *$ | |
| | No intencional | 4 | 0 - 55 | | | |
| Corriente | Leve | 5 | 0 - 38 | 583 | $p > 0.05$ | |
| | Fuerte | 13.5 | 0 - 35 | | | |
| Visibilidad durante la inmersión | Buena | 4 | 0 - 38 | 1654 | $p < 0.05 *$ | |
| | Mala | 6 | 0 - 55 | | | |
| Etapas del buceo | ≥ 10 | 1 | 3.85 | 3744.5 | $p > 0.05$ | |
| | < 10 | 2 | 6.76 | | | |

Educación ambiental

Al 50% de los buzos observados tanto de las Islas Marietas como en Los Arcos, se les entregaron los folletos informativos (Anexos 1 y 2). Previamente se impartió una plática informativa a prestadores de servicio y a instructores de buceo de Puerto Vallarta sobre la importancia ambiental de estos sitios.

Los contactos fueron mayores entre los buzos a los que no se les ofreció el folleto y la plática informativa ($X_{\text{con folleto}} = 4$; $X_{\text{sin folleto}} = 5$), (Figura 16). Según la prueba de Mann-Whitney no existen diferencias significativas entre ambos grupos ($U = 5419.5$ $p > 0.05$).

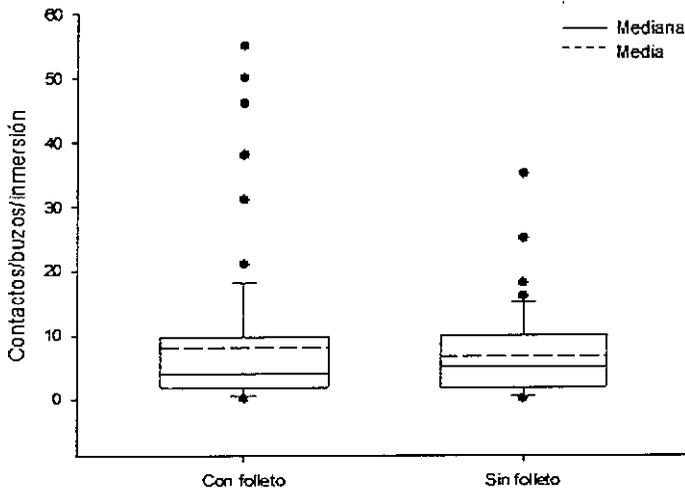


Figura 16. Diferencias en el número de contactos realizados entre los buzos a quienes se les dio el folleto informativo y a quienes no se les ofreció.

Influencia de algunas variables sobre el comportamiento de los buzos

Mediante la aplicación del Modelo Lineal Generalizado (MLG) y utilizando las variables de género, nivel de experiencia en el buceo, actividad durante la inmersión, número de inmersiones, conocimiento del sitio, número de días buceando, primera inmersión del día y educación ambiental, se establecieron las variables que en conjunto aumentan la probabilidad de que los buzos hagan contacto con el fondo.

Se aplicó el MLG por medio de una distribución de Poisson para determinar la relación que las variables tenían con el aumento en la probabilidad de contacto y el criterio de Akaike (Hoffman, 2004) para establecer el ajuste de bondad de los conjuntos. Se observó que el conjunto más significativo incluye las ocho variables ($AIC = 1990.981$, $p = 0.0000$) (Cuadro 3). Sin embargo, las variables que mejor explicaron los contactos fueron género, actividad durante el buceo, nivel de experiencia en el buceo y conocimiento del sitio. La variable con mayor significancia dentro del MLG, según el estadístico de Wald, fue género ($Wald = 14.5450$), seguido del uso de cámaras fotográficas ($Wald = 8.3658$) (Cuadro 4).

Las variables de educación ambiental y número de inmersiones, a pesar de no ser significativas, son bastante notables en los modelos, por sí mismas parecen carecer de importancia, pero cuando se unen a las variables discutidas influyen en la cantidad de toques, aunque no son tan relevantes en el MLG como se esperaba (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados de la aplicación del criterio de Akaike en el Modelo Lineal Generalizado. En todos el valor de $p < 0.000001$

| Variables independientes | | | | | | | Grados de libertad | Criterio de Akaike | Chi ² |
|--------------------------|--------|----------------------------|----------------------|------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------|------------------|
| 1 | Género | Actividad durante el buceo | Nivel de experiencia | Conocimiento del sitio | Días buceando | No. inmersiones | 8 | 1986.746 | 342.174 |
| | | | Nivel de experiencia | | | | Primer buceo del día | | |
| 2 | Género | Actividad durante el buceo | Nivel de experiencia | Conocimiento del sitio | Días buceando | No. inmersiones | 7 | 1990.981 | 335.940 |
| 3 | Género | Actividad durante el buceo | Nivel de experiencia | Conocimiento del sitio | No. inmersiones | Educación ambiental | 7 | 1993.787 | 333.134 |
| | | | Nivel de experiencia | | | | Primer buceo del día | | |
| 4 | Género | Actividad durante el buceo | Nivel de experiencia | Conocimiento del sitio | Días buceando | Educación ambiental | 6 | 1996.963 | 327.957 |
| 5 | Género | Actividad durante el buceo | Nivel de experiencia | Conocimiento del sitio | No inmersiones | Educación ambiental | 6 | 1996.963 | 327.957 |
| 6 | Género | Actividad durante el buceo | Nivel de experiencia | Conocimiento del sitio | Días buceando | Educación ambiental | 6 | 1999.219 | 325.702 |
| 7 | Género | Actividad durante el buceo | Nivel de experiencia | Conocimiento del sitio | Educación ambiental | Primer buceo del día | 6 | 2001.615 | 323.306 |
| 8 | Género | Actividad durante el buceo | Nivel de experiencia | Conocimiento del sitio | Educación ambiental | Educación ambiental | 5 | 2004.759 | 318.161 |
| 9 | Género | Actividad durante el buceo | Nivel de experiencia | Conocimiento del sitio | Días buceando | No. inmersiones | 7 | 2012.968 | 314.013 |
| | | | Nivel de experiencia | | | | Primer buceo del día | | |
| 10 | Género | Actividad durante el buceo | Nivel de experiencia | Conocimiento del sitio | Días buceando | No inmersiones | 6 | 2019.644 | 296.668 |
| | | | Nivel de experiencia | | | | Primer buceo del día | | |

Cuadro 4. Valores del Modelo Lineal Generalizado con una distribución de Poisson y resultados del estadístico de Wald.

| | Valor Estimado | Error estándar | Estadístico de Wald | P |
|---|-----------------------|-----------------------|----------------------------|----------|
| Género | 0.9959 | 0.2690 | 13.6975 | 0.0002** |
| Actividad durante el buceo | 0.7518 | 0.2609 | 8.3014 | 0.0039** |
| Nivel de experiencia de buceo | 0.2197 | 0.0789 | 7.7462 | 0.0053** |
| Conocimiento del sitio | -0.6598 | 0.3127 | 4.4525 | 0.0348* |
| Número de días buceando durante el viaje | 0.2246 | 0.2425 | 0.8583 | 0.3541 |
| No. inmersiones | -0.0001 | 0.0001 | 0.8767 | 0.3492 |
| Primer buceo del día | 0.1579 | 0.2054 | 0.5909 | 0.1052 |
| Educación ambiental | 0.3716 | 0.2294 | 2.6237 | 0.1053 |

DISCUSIÓN

El uso turístico mal planeado de los arrecifes coralinos es uno de los muchos problemas a los que se enfrentan estos ecosistemas (Hawkins *et al.*, 2005). Los arrecifes poseen una alta capacidad de uso recreativo que permite realizar actividades de bajo impacto (Marion, 1994). El buceo podría ser una de estas actividades siempre y cuando se disminuya el número de contactos con el fondo y los contactos con corales u otros organismos sean nulos. En realidad, el comportamiento de los buzos es la principal variable a considerar cuando se requiere reducir el impacto negativo de esta práctica turística en los arrecifes.

El buceo SCUBA no requiere necesariamente contacto físico con los organismos y el fondo marino; en realidad el daño ocurre cuando los buzos tocan accidental o intencionalmente con su cuerpo o equipo. Por lo que se sugiere que el impacto está más influenciado por la experiencia y el comportamiento de los buzos, que por la cantidad de visitantes que frecuentan el sitio (Tagle, 1990; Davis y Tisdell, 1995).

Generalmente, la elección de los sitios de buceo de un destino turístico depende de una variedad de características sociales y económicas (Tabata, 1989). Además está relacionado directamente con los atractivos biológicos y físicos para los visitantes. En especial la topografía del lugar determina el perfil del buceo y puede reducir o incrementar las posibilidades del contacto con organismos frágiles dependiendo del comportamiento y destreza de los buzos (Hawkins y Roberts, 1992). En los sitios de buceo con topografía accidentada y mayor incidencia de las corrientes, por ejemplo en Los Arcos, principalmente el sendero El Bajo del Cristo que está formado por grandes rocas con recovecos y expuesto a las corrientes; se observó que el número de contactos por los buzos era mayor, sobre todo en el caso de los que tenían menos experiencia y dificultades para controlar su flotabilidad, ya que requerían sostenerse de rocas, organismos y del fondo marino para controlar su estabilidad. En el caso de sitios de buceo con arrecifes de coral se ha encontrado que el tipo y seriedad del daño que los buzos causan está ligado a las especies de corales presentes y a sitios con grandes coberturas de corales ramosos (Rouphael e Inglis, 1997; Zakai y Chadwick-Furman, 2002). Sin embargo, a diferencia de lo estudiado en otros arrecifes con gran abundancia de corales; en Bahía de Banderas los corales ramosos (género *Pocillopora*) son pocos, de manera que la probabilidad de daño disminuye. Otras formas de crecimiento de los corales pétreos como colonias tubulares o masivas pueden soportar considerablemente más

daño, no obstante Hawkins *et al.* (1999), Tratalos y Austin (2001) y Zakai y Chadwick-Furman (2002) sugieren que los buzos afectan a los corales masivos sin necesidad de romperlos, pues al lacerarlos pueden provocar que las especies sean susceptibles a enfermedades, incluso encontraron que disminuye la cobertura de estos corales en sitios con alta incidencia de buzos. Este podría ser el caso de especies de corales masivos (e. g. *Pavona* y *Porites*) presentes en Bahía de Banderas, que suelen dominar en algunos de los sitios estudiados y que suelen ser tocados por los buzos de formas más o menos frecuente durante las inmersiones.

En el presente trabajo se analizaron cuatro tipos de variables que pueden influir en el contacto de los buzos con el fondo: a) las que tienen que ver con el comportamiento de los buzos; b) las que tienen que ver con su habilidad; c) las que miden condiciones físicas del sitio (visibilidad y corriente); y d) la efectividad de las estrategias de educación ambiental. Los resultados demuestran que las variables medidas no necesariamente repercuten en la cantidad de contactos de los buzos y por lo tanto en el impacto sobre los arrecifes de las AMP's estudiadas.

Es importante considerar que en Bahía de Banderas, así como en el resto del Pacífico tropical los arrecifes son principalmente del tipo rocoso. No obstante se encuentran agregaciones de corales y especies de macroinvertebrados y peces asociados, lo que nos permite evaluar el impacto potencial que los buzos pueden ejercer en estas comunidades utilizando como herramienta el contacto con corales y otros componentes del bentos, que suelen ser los más llamativos durante los buceos recreativos.

Las observaciones se hicieron durante periodos de 35 minutos mientras que en otros trabajos se seguía a los buzos solamente diez minutos; lo que provoca diferencias en la cantidad de contactos individuales observados cuando se contrasta con otros trabajos (Rouphael e Inglis, 2001; Zakai y Chadwick-Furman, 2002; Barker y Roberts 2004; Uyarra y Côté, 2007). Se eligió seguir a los buzos por periodos largos porque la cantidad de personas a observar en general era reducida (dos o tres por inmersión), además de que los grupos permanecen compactos facilitando la observación y la complejidad del fondo es reducida en comparación con sitios del Caribe o Australia. Cuando las inmersiones eran con muchos buzos las observaciones se complicaban, por lo que se recomienda hacer observaciones a grupos no mayores de cuatro personas. Adicionalmente, las observaciones prolongadas permiten tener una mejor evaluación de la conducta, tomando

en cuenta que los primeros diez minutos suelen ser los más críticos de la inmersión, pues durante este tiempo el buzo se adapta al ambiente, a su equipo y ajusta su flotabilidad. Por otra parte, durante el recorrido el fondo marino va cambiando, las observaciones prolongadas tendrán mejor representatividad de los distintos fondos y organismos.

Los buzos evaluados se encontraban en un amplio rango respecto al número de inmersiones completadas, desde una inmersión (buzos Discovery) hasta buzos con mucha experiencia (6000 inmersiones) como en el caso de los Master Diver e Instructores. Se observó que el promedio de contactos es mayor en aquellos buzos con menor número de inmersiones. En general la cantidad de toques disminuye conforme se aumenta la cantidad de inmersiones, sin embargo no se encontraron diferencias significativas. Un alto número de inmersiones realizadas no es determinante en el hecho de que se hagan o no contactos (Uyarra y Côté, 2007). Se observó que entre aquellos buzos con menor número de buceos, la mayor parte de los contactos fueron no intencionales al tener más problemas para ajustar su flotabilidad o para manejar el equipo, para los buzos con más experiencia aunque los contactos disminuían ésta era casi imperceptible, aún así los toques se hacían de forma no intencional por técnicas pobres de flotabilidad o por la presencia de corrientes fuertes.

Poco más del 90% de los buzos observados hizo al menos un toque con el fondo. Solo el 55% de éstos fueron los causantes del 90% de los contactos, y solo el 2% de ellos rompieron corales ramosos o blandos. Esta baja incidencia concuerda con lo encontrado por Barker y Roberts (2004) y Roupheal e Inglis (2001), quienes señalan que el daño a corales era provocado por pocos buzos. Los contactos con los corales eran principalmente no intencionales, por buzos que se acercaban a observar o tomar fotografías. Uyarra y Côté (2007) concluyen que el comportamiento de los buzos se ve afectado por la presencia de especies raras o carismáticas. En Bahía de Banderas los buzos tienden a tener más contactos alrededor de especies de corales duros y blandos o cerca de esponjas o peces pequeños pues se posan en el fondo o se sostienen de las paredes para estabilizarse, en especial los fotógrafos.

Cuando se revisa el comportamiento de los buzos en otros sitios de buceo como Sudáfrica, Australia, Israel y las Islas del Caribe (Cuadros 5 y 6) es fácil notar que existen coincidencias en el comportamiento de los buzos de esas localidades, esta convergencia puede deberse principalmente a que se trata de arrecifes coralinos con corrientes

moderadas y generalmente buena visibilidad, además de tener una gran cantidad de especies llamativas para el buzo. No obstante, en Bahía de Banderas los arrecifes son del tipo rocoso, con escasas agregaciones coralinas, corrientes regularmente de moderadas a fuertes, y visibilidad muy variable, aún así podemos observar una cantidad considerable de especies llamativas, principalmente peces, caracoles y cangrejos. De esta manera, la mayor intensidad de las corrientes y la menor visibilidad durante el buceo proporcionan condiciones más difíciles durante las inmersiones en la bahía.

De acuerdo con los trabajos previos, se detectan algunos patrones de comportamiento que se repiten en los distintos lugares de buceo. Por ejemplo, los contactos con las aletas suelen ser los más comunes, seguidos de las manos, principalmente causados por malas técnicas de flotabilidad, no llevar el lastre adecuado o por inexperiencia. Asimismo los buzos suelen sostenerse de las rocas para no ser arrastrados por la corriente, chocar con ellas o para detenerse a mirar a algún organismo. También se ha notado que hay un mayor número de contactos los primeros diez minutos de la inmersión y en los alrededores de las boyas de anclaje (Tratalos y Austin, 2001). Los contactos con corales suelen ser frecuentes, pero pocos de estos resultan en daños considerables a los organismos de forma directa, pero además el levantar sedimento puede causar daños a los corales. También se ha observado que los hombres tienen mayor cantidad de contactos que las mujeres, pues suelen ser más arriesgados y curiosos además de atender menos a las órdenes de los guías de buceo, lo mismo sucede con buzos menos experimentados y quienes hacen fotografía submarina. (Rouphael e Inglis, 2001; Tratalos y Austin, 2001; Zakai y Chadwick-Furman, 2002; Barker y Roberts, 2004; Uyarra y Côté, 2007).

Bahía de Banderas no fue muy diferente respecto a los patrones generales del buceo mostrados en arrecifes coralinos (Cuadros 5 y 6). Al igual que en otros sitios, la mayor cantidad de contactos fueron realizados por las aletas esto concuerda además con las observaciones que Medina-Rosas (1997) hizo para Los Arcos. Se notó que estos contactos eran en su mayoría hechos por buzos con menor nivel de experiencia que suelen bucear de manera vertical, lo que provoca que las aletas toquen constantemente el fondo. Por su parte los contactos realizados con las manos eran más comunes con las rocas ya que los buzos se sostenían de éstas principalmente para no ser arrastrados, se observó que cuando la corriente era más fuerte los buzos hacían más contactos lo que

producen los buzos. No sucede lo mismo con la corriente, a pesar de lo observado en otros sitios de buceo (Schleyer y Tomalin, 2000) aunque en general la intensidad es leve, en ocasiones ésta no permite controlar bien la flotabilidad, sobre todo en la zona de El Bajo del Cristo en Los Arcos.

Es interesante recalcar que la probabilidad de que un buzo entre en contacto con el sustrato está determinado por una serie de atributos tanto del buzo como del medio ambiente y éstos trabajan en conjunto (Davis y Tisdell, 1995). Cuando las variables se analizan de forma independiente una de otra, estas parecen no influir en la cantidad de contactos pero al evaluarlas en conjunto queda clara la influencia que tienen entre sí. Se sugiere que una combinación de los factores de género, nivel de experiencia y uso de cámara fotográfica contribuyen directamente en el aumento de los contactos con el fondo, al parecer las mujeres con cámara fotográfica y bajo nivel de experiencia hacen más toques con el fondo, esto claramente difiere de lo observado en otros sitios, ya que las mujeres tienen menos contactos, a excepción del trabajo de Uyarra y Côté (2007) quienes notaron que las mujeres hacían más contactos cerca de especies carismáticas. En Bahía de Banderas los buzos están interesados principalmente en tomar fotos de especies pequeñas, que son regularmente más fáciles de fotografiar, provocando que haya un mayor contacto alrededor. En general las mujeres eran las que menos nivel presentaban, siendo generalmente los hombres más experimentados. Por otra parte, cuando se agrega el conocimiento del sitio se nota una ligera disminución en la cantidad de contactos, en Bahía de Banderas, conocer el sitio de buceo, pero principalmente el ambiente en el que se bucea permite estar más seguro ante las eventualidades.

Al evaluar el material didáctico generado por Ramírez-Cordero (2008) y el uso que se le daba, se notó que los prestadores de servicio no lo utilizaron como apoyo para las pláticas antes de la inmersión o "breaings", así que para la evaluación de este proyecto, éste fue proporcionado por los observadores. Se creía que con el uso de los folletos habría una disminución en los contactos, sin embargo se notó un ligero incremento en la cantidad de toques que se hicieron, por lo tanto el folleto por sí solo no transmite al buzo los cuidados necesarios que se deben de tener durante la inmersión. Así mismo, la plática antes de la inmersión, donde se hace referencia a la fragilidad del sistema es tan solo de 15 minutos, lo que tampoco favorece a la disminución del contacto. Medio *et al.* (1997) sugieren que estas pláticas informativas tienen efecto cuando son de media hora o más, lo que no es posible hacer en Bahía de Banderas, pues se necesita de un espacio particular, y la

concuerta con el trabajo de Schleyer y Tomalin (2000) para los arrecifes de Sudáfrica. También es común en la bahía que los buzos se sostengan para observar pequeños organismos o para tomar fotografías. Las rocas en Bahía de Banderas sustentan una gran variedad de algas, esponjas, briozoarios, corales blandos, caracoles y hasta peces pequeños, por lo tanto los contactos pueden resultar en daños a estos organismos, desde arrancarlos, aplastarlos o destruir sus refugios, incluso puede perjudicar a los propios buzos al toparse con animales urticantes o venenosos, como plumillas de mar (Hidrozoarios), caracoles del género *Conus*, o incluso peces escorpión (*Scorpaena plumieri*). Lo más recomendable es evitar el contacto y si no es posible es necesario observar en donde se colocan las manos, para causar el menor daño posible.

Es interesante notar que en la bahía a diferencia de lo que se esperaba, la frecuencia de los contactos no tiene relación con el género. Sin embargo los hombres tienden a posarse con las rodillas sobre el fondo marino casi el doble de veces que las mujeres, esto tiene concordancia con lo observado en otros trabajos (Rouphael y Inglis, 2001; Barker y Roberts, 2004; Uyarra y Côté, 2007). Lo mismo sucede con los buzos fotógrafos, que provocan una cantidad de contactos menor a la esperada y contrasta con lo encontrado para otros sitios, en el que las diferencias entre los buzos son generalmente claras (Uyarra y Côté, 2007). El nivel sin embargo parece ser mucho más relevante en la bahía cosa que no sucede en otros sitios, ya que en la bahía los contactos entre los buzos sin entrenamiento son significativamente mayores que entre aquellos buzos que poseían una certificación. Es interesante recalcar que en general hacer dos inmersiones en el mismo día no representan una disminución significativa entre los buzos con niveles bajos de experiencia ya que al parecer éstos necesitan de más inmersiones para ajustar su equipo y flotabilidad, no sucede lo mismo con los buzos Master Diver, quienes hacen menor cantidad de contactos con el fondo en su segunda inmersión, ya que rápidamente pueden ajustarse a las condiciones del buceo. Esto significa que los buzos con mayor nivel son más seguros, tienen mejor control y sobre todo mayor estabilidad.

Las condiciones de visibilidad y corriente son muy variables y extremas dentro de la bahía. En algunas ocasiones la visibilidad se reduce a unos cuantos centímetros, y en otras es excelente y se puede ver a varios metros. Se observó que los contactos disminuyen con una buena visibilidad, las pruebas de Mann-Whitney proveen la evidencia suficiente para aceptar que la mala visibilidad aumenta la cantidad de contactos que

mayoría de los prestadores de servicio no lo tienen. Los resultados respecto a la ineficacia de las pláticas, concuerdan con lo encontrado por Barker y Roberts (2004), quienes sugieren que los prestadores de servicio instruyan a sus guías a intervenir cuando observan que algún turista esta haciendo contactos o molestando a la fauna, pues demostraron que de esta forma los contactos disminuían de forma significativa.

Las presiones a las que se ven sometidos los sitios de buceo de Bahía de Banderas, no solo por los turistas, sino por otras actividades antropogénicas como la pesca, la sedimentación, la contaminación, hacen principalmente de Los Arcos un sitio frágil. Así mismo, las Islas Marietas se encuentran en una situación vulnerable por la cobertura de corales ramosos que posee, sin embargo el hecho de estar relativamente alejadas de la costa y centros urbanos como Puerto Vallarta, las protege del impacto inmediato que genera el turismo, pues la cantidad de visitantes es menor, a diferencia de los que sucede en Los Arcos.

Las principales recomendaciones son: restringir el acceso a los usuarios principiantes, como los Discovery y los COWD a los sitios más frágiles como El Amarradero y El Bajo del Cristo, ya que la cantidad de contactos que generan pueden dañar de forma grave a los corales que están en esos senderos. Asimismo sería recomendable seguir las estrategias propuestas por Ramírez-Cordero (2008) como los senderos interpretativos, las pláticas a prestadores de servicio y al público en general. Sobre todo alentar a los guías de buceo para que sean ellos quienes vigilen el comportamiento de los buzos y llamen la atención respecto a las malas prácticas.

Para un análisis más completo del daño provocado por el buceo en ambos sitios habrá que tomar en cuenta no solo a los corales duros y blandos, sino agregar a otros grupos, como algas, peces, equinodermos, crustáceos, poliquetos y moluscos, lo que permitirá un mejor conocimiento del impacto. Por ejemplo, lo hecho por Shackley (1998) que compara el impacto del buceo y otras actividades turísticas en el comportamiento de los peces, o por Uyarra y Côté (2007), en el que miden el impacto del buceo en especies de peces carismáticas.

Las prácticas turísticas tienen efectos en los ecosistemas, lo importante es canalizar los efectos positivos y minimizar y concientizar sobre aquellas prácticas que dañan de forma irreversible a los sistemas naturales. Los problemas a los que se enfrentan los arrecifes de Bahía de Banderas tienen múltiples orígenes, y las prácticas como el buceo pueden acentuarlas si no se tiene el cuidado de restringir la entrada a un número alto de turistas y cuidar la capacidad de carga que posee el sitio (Ramírez-Cordero, 2008) pero sobre todo cuidar el comportamiento de los buzos que puede ser muy perjudicial a largo plazo.

Cuadro 5. Estudios sobre el comportamiento de buzos en distintas localidades de buceo del mundo

| Autores | Localidad | Número de buzos observados | Buzos evaluados | Variables consideradas | Contactos | Variables significativas | Daños observados |
|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--|---|--|---|--|
| Rouphael e Inglis (1997) | Arrecife Agincourt Australia | 150 | No hizo diferencias | | 0,63 toques por 10 minutos. Toques con aletas y manos. | | Corales ramosos rotos. |
| Sohleyer y Tomalin (2000) | Bahía Sodwana, Sudafrica | No menciona | No hizo diferencias | | Toques con manos. | | Se deben principalmente a las fuertes corrientes. Los buzos se sostienen con las manos del arrecife |
| Rouphael e Inglis (2001) | Arrecife Agincourt, Australia | 214 | Fotógrafos Género | <ul style="list-style-type: none"> • Contacto con parte del cuerpo. • Contacto con equipo Tiempo de observación. • Daño a coral • Levantamiento de sedimento. • Número de Inmersiones. • Contacto con el sustrato. • 10 minutos de inmersión | <ul style="list-style-type: none"> • 150 buzos tocaron el sustrato. • 5,4 + 0,63 contactos x 10 min (15 contactos por inmersión). • Aletas 58%, manos 32%. | <ul style="list-style-type: none"> • Contactos con el cuerpo • Género • Fotógrafos | <ul style="list-style-type: none"> • 98% del daño causado por aletas. • Herrubres dañan más que mujeres. • Mujeres tocan menos con aletas • Mujeres tocan más con manos • Los fotógrafos causan la misma cantidad de contactos que los no fotógrafos. • Fotógrafos tiendan a causar más daño |
| Zakal y Chadwick-Furman (2002) | Golfo de Aqaba, Israel | 251 | No especifica | <ul style="list-style-type: none"> • Contacto con parte del cuerpo • Contacto con equipo • Fragmentación de coral • Levantamiento de sedimento. • 10 minutos de inmersión | <ul style="list-style-type: none"> • Fragmentación de corales 1,70 a 4,90 en 60 min. • Levantan sedimento de 9 40 a 11,90 veces por inmersión. | <ul style="list-style-type: none"> • Contactos con el cuerpo • Contactos con equipo | <ul style="list-style-type: none"> • Mayor número de contactos con las aletas, seguida de manos, mangueras y por último el tanque. |
| Barber y Roberts (2004) | Arrecifes de Santa Lucia, Mar Caribe | 353 | Fotógrafos no especialistas Fotógrafos especialistas Género. | <ul style="list-style-type: none"> • Contacto con parte del cuerpo • Contacto con equipo • Contactos intencionales • Parte del arrecife alejado. • Fragmentación de coral • Levantamiento del sedimento • 10 minutos de inmersión | <ul style="list-style-type: none"> • 261 (73,9%) de los buzos hicieron uno o mas contactos. • 0,25 + 0,04 contactos por minuto. • Aletas (81,4%) • Manos (10,1%). • 81,2% no intencionales. | <ul style="list-style-type: none"> • Fotógrafos | <ul style="list-style-type: none"> • 4,1% de los contactos provocaron fragmentación. • 49% de los contactos causaron la suspensión de arena • Fotógrafos dañan más que no fotógrafos. • No hay diferencia entre fotógrafos especialistas y no especialistas • Práctica informativa no tuvo efecto en la disminución de contactos. |

Cuadro 5. Continuación.

| Autores | Sitio | No. de buzos observados | Tipos de buzos evaluados | Variables a medir | Estimación de contactos | Variables significativas | Daños observados |
|----------------------|---|-------------------------|---|--|---|---|---|
| Uyarra y Côté (2007) | Arrecifes de la Isla Bonairu en el Mar Caribe | 64 | Género Fotógrafos Nivel de experiencia. | <ul style="list-style-type: none"> • Número de inmersiones. • Contactos con parte del cuerpo • Contacto con equipo • Tipo de actividad (nadando, observando el sustrato, ajustando flotabilidad) • Fotógrafos • Comportamiento cerca de peces sapo y caballitos de mar. • 10 minutos de inmersión | <ul style="list-style-type: none"> • 75% hicieron contacto cerca de los peces. • Sitios cerca de caballo de mar/pez sapo: 46, 41 [9, 79–126, 43]. • Sitio Control: 0 contactos en 10 min. [0–1, 07]. • Totales: Aletas (56%), cámaras (31%). • Sitio control: cámaras (31%), aletas (23%) y dedos (15%). | <ul style="list-style-type: none"> • Contactos con parte del cuerpo • Género • Corriente • Visibilidad • Contactos intencionales | <ul style="list-style-type: none"> • El 55% de buzos hicieron el 90% de contactos • 2 % de buzos dañaron los corales. • Los hombres y las mujeres dañan por igual. • Hombres tocan el doble de veces con rodillas que las mujeres. • No hay diferencias entre fotógrafos y no fotógrafos • Si hay diferencias entre los niveles • Los Discovey y los COWD dañan mas que el resto de los buzos • Practica informática no tuvo efecto en la disminución de contactos. |
| Presente estudio | Arrecifes rocosos de las Islas Marietas y Los Arcos, Bahía de Bandera, México | 101 | Género Fotógrafos Nivel de experiencia | <ul style="list-style-type: none"> • Contactos con parte del cuerpo • Contactos con equipo • Nivel de experiencia. • Número de Inmersiones • Contactos intencionales • Visibilidad • Corriente • Contactos con el sustrato • Fotógrafos. • Número de días buceando. • Tera o 2da Inmersión. • 35 minutos de inmersión. • Estrategias de educación ambiental | <ul style="list-style-type: none"> • 139 (90.6%) hicieron al menos un contacto. • 64% aletas. • 21% manos. • 8% rodillas. • 7% equipo. • 62% sedimento. • 34% toca. • 3% con corales. • 1% otros organismos. | <ul style="list-style-type: none"> • Contactos con parte del cuerpo • Nivel de experiencia • Corriente • Visibilidad • Contactos intencionales | |

- Las observaciones prolongadas de buzos (35 min), permiten una mejor percepción de lo que sucede durante toda la inmersión, y no solamente de los primeros diez minutos del buceo como se plantea en estudios previos.
- En Bahía de Banderas los primeros diez minutos no suponen una mayor cantidad de contactos respecto al resto de la inmersión.
- No todas las variables consideradas en el presente estudio repercuten en la cantidad de contactos de buzos y por lo tanto en el impacto sobre los arrecifes de las AMP's estudiadas.
- Bahía de Banderas no fue muy diferente respecto a los patrones generales del buceo mostrados en arrecifes corallinos de otras localidades del mundo.
- El patrón general de buceo en Bahía de Banderas fue: los contactos con aletas son los más comunes, los contactos con las manos fueron con rocas para sostenerse, los buzos con menor experiencia de buceo hacen más contactos que el resto. Además, los contactos para observar y fotografiar organismos llamativos son frecuentes, principalmente en la zona cercana al organismo.
- La visibilidad es un factor que al ser evaluado de forma individual, muestra una clara influencia en el comportamiento de los buzos ya que aumenta significativamente el número de contactos realizados.
- Las estrategias de educación ambiental (pláticas y folleto informativo) no influyeron ya que no disminuyeron de forma significativa el menor número de contactos.
- El comportamiento de los buzos está determinado por un conjunto de variables que al entrar en sinergia provocan un aumento en la probabilidad de realizar contactos y, por lo tanto, posiblemente un mayor daño al fondo marino. Las variables que juntas tienen mayor influencia son género, actividad durante el buceo, nivel de experiencia y conocimiento del sitio.
- Se recomienda seguir el protocolo de buceo propuesto en el Anexo 5, el cual señala acciones para mejorar la práctica del buceo en Bahía de Banderas, se puede considerar.

- Aguilar-Palomino, B., C. Pérez-Reyes, F. Galván-Magaña y L. A. Abitia-Cárdenas. 2001. Ictiofauna de la Bahía de Navidad, Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical* 49(1): 173-190.
- Alvarez, R. 2005. Bahía de Banderas, México: evidence of on going submarine erosion induced by faulting. *Geophysical Research Abstracts* 7: 1-3.
- Amecua-Linares, F. 1987. Dinámica y estructura de la comunidad de peces en un sistema ecológico de manglares de la costa del Pacífico de México, Nayarit. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, Universidad Nacional Autónoma de México 14: 221-248.
- Angulo-Campillo, O. 2002. New distributional records for opisthobranch mollusks from the Golfo de California, México. *The Festivus* 34(10): 117-121.
- Angulo-Campillo, O. 2005. A four year survey of the opisthobranch fauna (Gasteropoda, Opisthobranchia) from Baja California Sur, México. *Vita Malacologica* 3: 43-50.
- Anónimo, 2004. Guía para el diseño y operación de senderos interpretativos. Fascículo 5, serie Turismo Alternativo. Secretaría de Turismo (SECTUR).
- Anónimo, 2007. Propuestas de programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Islas Marietas. Informe técnico. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAP 129 pp.
- Aranda-Mena, O. S. 2000. Lista sistemática de los peces de arrecife de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México. Tesis de licenciatura en biología, Universidad de Guadalajara, CUCEBA, México. 48 pp.
- Badan, A. 1997. La corriente Costera de Costa Rica en el Pacífico Mexicano. *Contribuciones a la Oceanografía Física de México*. Monografía No. 3. Unión Geográfica de México, 99-112.
- Balart, E. F., J. L. Castro-Aguirre, D. Aurioles-Gamboa, F. García-Rodríguez y C. Villavicencio-Garayzar. 1995. Adiciones a la ictiofauna de Bahía de la Paz, Baja California Sur, México. *Hidrobiología* 5(1-2): 79-85
- Barker, N. y C.M. Roberts. 2004. Scuba diver behavior and the management of diving impacts on coral reefs. *Biological Conservation* 120: 481-489
- Barrientos-Villalobos, J. 2000. Diversidad y abundancia de la ictiofauna de los arrecifes coralinos del Parque Nacional Huatulco. Tesis profesional de licenciatura en biología, Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. 52 pp.
- Bedoy-Velázquez, V. E., A. I. Ramírez-Quintana-Carre y, De la O Ulloa. 2005. Elementos básicos para la interpretación ambiental. 63-83. En Brito-Palacios, H. y G. Barba-Guadalajara. *Guadalajara, México*.
- Bentley-Villalobos, F. 2001. Comparación de la comunidad de equinodermos asociada a arrecifes en dos localidades de las bahías de Huatulco, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar* 5: 19-24

- Behrens, D. W. y A. Hermsillo. 2005. Eastern Pacific Nudibranchs: A guide to the Opistobranchs from Alaska to Central America. Sea Challengers. California 137 pp.
- Bertsch, H., O. Angulo, y J. L. Arredia. 1999. Opistobranchs of Bahía Tortugas, Baja California Sur, México (27° 41.6'N; 114° 53.3'W): Preliminary report on 1997-1998 CONABIO- Sponsored Expeditions. Opistobranch Newsletter 25(2): 5-7.
- Buckley R. 2003. Ecological indicators of tourist impacts in parks. Journal of Ecotourism 2(1): 54-66.
- Carrquiry, J. D. y H. Reyes-Bonilla. 1997. Estructura de la comunidad y distribución geográfica de los arrecifes coralinos de Nayari, Pacífico de México. Ciencias Marinas 23: 227-248.
- Cesar, H., L. Burke y L. Pet-Soede. 2003. The economics Worldwide coral reef degradation. CEEC 24 pp.
- Cintra-Buenrostro, C. E., H. Reyes-Bonilla y O. Artzpe-Covarrubias. 1998. Los equinodermos (Echinodermata) del arrecife de Cabo Pulmo, Pacífico de México. Revista de Biología Tropical 46: 341-344.
- CONANP. 2008. Comisión Nacional de Área Naturales Protegidas. (<http://www.conanp.gob.mx>) Accesado el día 07/11/2008
- Cupul-Magaña, A. L., O. S. Aranda, P. Medina-Rosas, y V. Vizcaino. 2000. Comunidades coralinas de las islas Mantas, Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México. Mexicoa, 2 (1): 15-22
- Cupul-Magaña, L. A., A. L. Cupul-Magaña, F. J. Núñez-Cornú, y E. Gil-Silva. 2004. El evento erosivo de la playa de Mismaloya, Jalisco, México. Ciencias Marinas 30(3): 417-425
- Davis, G. E. 1977. Anchor damage to a coral reef on the coast of Florida. Biological Conservation 11:29-34.
- Davis, D. y C. Tisdell. 1995. Recreational scuba-diving and carrying capacity in marine protect areas. Ocean & Coastal Management 26: 19-40.
- Espinosa-Pérez, M. del C. y M. E. Hendrickx. 2001. A new species of Exosphaeroma Stebbing (Crustacea: Isopoda: Sphaeromatidae) from the Pacific coast of Mexico. Proceedings of the biological society of Washington 114(3): 640-648.
- Esqueda, M. C., E. Rios-Jara, J. E. Michel-Morfin y V. Landa-Jaime. 2000. The vertical distribution and abundance of gastropods and bivalves from rocky beaches of Cuastecomate Bay, Jalisco. Revista de Biología Tropical 48(4): 765-776.
- Galván-Magaña, F., L. A. Abitia-Cárdenas, J. Rodríguez-Romero, H. Pérez-España y H. Chávez-Ramos. 1996. Lista sistemática de los peces de la isla Cerralvo, Baja California Sur, México. Ciencias Marinas 22: 295-311.
- Galván-Villa, C. M. 2006. Estructura de la comunidad de peces asociados al arrecife coralino de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco. Tesis de licenciatura en Biología. Universidad de Guadalajara, CUCEBA. México. 71 pp.

- Galván-Villa, C. M. 2008. Peces cripticos asociados a corales ramosos del género *Pocillopora* en el arrecife de Playa Mora, bahía Tenacatita, México. Ciencia y Mar 12(34): 17-24.
- Garrahou, J., E. Sala, A. Arcas, y M. Zabala. 1998 The impact of diving on rocky sublittoral communities: a case study of a Bryozoan population. Conservation biology 12(2): 302-312.
- Glynn, P. W. y G. E. Leyte. 1997. Coral reefs of Huatulco, west México: Reef development in upwelling Gulf of Tehuantepec. Revista de Biología Tropical 45(3): 1033-1047.
- González-Medina, F. J., O. E. Holguín-Quinones y G. De la Cruz-Agüero. 2006. Varación espacio-temporal de algunos macroinvertebrados (Gastropoda, Bivalvia y Echinodermata) de fondos someros del Archipiélago Espíritu Santo, Baja California Sur, México. Ciencias Marinas 32: 33-44
- Guzmán, H. M. y J. Cortés. 1993. Arrecifes coralinos del Pacífico oriental tropical: revisión y perspectivas. Revista de Biología Tropical 41: 535-557
- Haster, H. y J. A. Ott. 2008. Diving down the reefs? Intensive diving tourism threatens the reefs of the northern Red Sea. Marine Pollution Bulletin. 56: 1788-1794
- Hawkins, J.P., y C. M. Roberts. 1992. Effects of recreational SCUBA diving on fore-reef slope communities of coral reefs. Biological Conservation 62: 171-178.
- Hawkins, J.P., y C.M. Roberts. 1993. Effects of recreational diving on coral reefs. Trampling of reef-flat communities. Journal of Applied Ecology 30: 25-30
- Hawkins, J.P., C.M. Roberts, T. Vant' Hof, K. De Meyer, J. Tratalos, y C. Aldam. 1999. Effects of recreational scuba diving on Caribbean coral and fish communities. Conservation biology 13 (4): 888-897
- Hawkins, J.P., C.M. Roberts, D. Koostira, K. Buchan, y S. White. 2005. Sustainability of Scuba Diving Tourism on Coral Reefs of Saba. Coastal Management 33: 373-387
- Hermosillo, A. 2003. New distributional records (Mollusca: Opisthobranchia) for Bahía de Banderas, Mexico (Eastern Pacific). The Festivus 35 (3): 21-28
- Hermosillo, A. 2006. Ecología de los opistobranchios (Mollusca) de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México. Tesis de doctorado en ciencias biológicas, Universidad de Guadalajara, CUCBA, México. 151 pp.
- Hermosillo, A. y D. Behrens. 2005. The opistobranch fauna of Mexican states of Colima, Michoacán and Guerrero filling in the faunal gap. Vita Malacologica (3): 11-22
- Hermosillo, A., D. W. Behrens, y E. Ríos-Jara. 2006. Opistobranchios de México. Guía de babosas marinas del Pacífico, Golfo de California y las islas oceánicas. Dirección de artes escénicas y literatura, Universidad de Guadalajara. Publicación de CONABIO. 144 pp.
- Hoffman, P.J. 2004. Generalized linear models an applied approach. Perason Allyn & Bacon E.U.A. 206 pp.

- Holgún-Quirónes, O. E., H. Wright-López y F. A. Solís-Martin. 2000. Asteroidea, Echinoidea y Holothuroidea en fondos someros de la Bahía de Loreto, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical* 48: 749-757
- INEGI. 2008. Sistema Nacional de Información Estadística y Geografía. (<http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=geo>) Accesado el día 11/12/2008
- Keen, A. M. 1971. Seashells of tropical west America. Marine molluscs from Baja California to Peru. Stanford University Press, Stanford, 1065 pp.
- Kritwoken, L. K. 1996. Australian biodiversity and marine protected areas. *Ocean & Coastal Management* 33(1-3): 113-132.
- Marion, J. L. 1994. The applicability of terrestrial visitor impact strategies to the protection of coral reefs. *Ocean & Coastal Management* 22: 153-163.
- Marion, J. L. y D. N. Cole. 1996. Spatial and temporal variation in soil and vegetation impacts on campsites. *Ecological Applications* 6: 520-530.
- Medina-Rosas, P. 1997. El efecto de las actividades turísticas sobre los corales pétreos (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia) de Los Arcos, Jalisco, México. Tesis de Licenciatura, Universidad de Guadalaajara, CUCEA. México. 96 pp.
- Medina-Rosas, P. y A. Cupul-Magaña 2002. Los corales del área protegida Los Arcos: sobrevivir a impactos humanos y naturales. *México* 3(1-2): 86-91.
- Medina-Rosas, P., J. D. Carrquiry y A. L. Cupul-Magaña. 2005. Reclutamiento de *Porites* (Scleractinia) sobre sustrato artificial en arrecifes afectados por El Niño 1997-98 en Bahía de Banderas, Pacífico mexicano. *Ciencias Marinas* 31(1A): 103-109.
- Medio, D., R. F. G. Ormond, y M. Pearson. 1997. Effect of briefings on rates of damage to corals by scuba divers. *Biological Conservation* 79: 91-95.
- Moncayo-Estrada, R., J. L. Castro-Aguirre, y J. De la Cruz-Aguero. 2006. Lista sistemática de la ictofauna de Bahía de Banderas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 67-80
- Nepote, A. C. 1998. Holoturas (Echinodermata: Holothuroidea) de las Islas Marietas. Bahía Banderas, Jalisco-Nayarit, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad de Guadalaajara, CUCEA. 78 pp.
- PADI. 2007. PADI statistics. (<http://www.padi.com/scuba/about-padi/PADI-statistics/default.aspx#GraphA>) Accesado el 20/02/2009
- Pérez-España, H., F. Galván-Magaña y L. A. Abitia-Cardenas. 1996. Variaciones temporales y espaciales en la estructura de la comunidad de peces de arrecifes rocosos del suroeste del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas* 22: 273-294.
- Pérez Peña, M y E. Ríos Jara. 1998. Gastropod mollusks from the continental shelf off Jalisco and Colima, Mexico: Species collected with a trawling net. *Ciencias Marinas* 24(4): 425-442.

- Plata, L. y A. Filonov. 2007. Marea interna en la parte noroeste de la Bahía de Banderas, México. *Ciencias Marinas* 33 (2): 197-215.
- Plata, L., A. Filonov, I. Tereshchenko, L. Nelly, C. Monzón, D. Avatós y C. Vargas. 2006. Geostrophic currents in the presence of an internal waves field in Bahía de Banderas, México. E-Gnosis (online), 4(art. 18).
- Pathong, S., G. J. Inglis, y M. E. Huber. 2000. Effects of self-guided snorkeling trails on corals in a tropical marine park. *Conservation Biology* 14(6): 1821-1830.
- Ramirez-Cordero, C. A. 2008. Uso ecoturístico y capacidad de carga de buceo en las Islas Marías y Los Arcos en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México. Tesis de licenciatura en Biología. Universidad de Guadalajara, CUCEBA. 94p.
- Ramirez-Delgado, R., F. Cupul-Magaña, H. Hernández-Hurtado, J. Fonseca-Madrigal, F. Rodríguez-Zaragoza, y S. Gómez-Graciano. 2000. Florística de las Islas Marías, municipio de Bahía de Banderas, Nayarit. *Ciencia y Mar* 4 (12): 23-28.
- Rebón-Gallardo, F. 2000. Distribución, abundancia y conservación de la avifauna de las Islas Marías, Nayarit, México. Anales del Instituto de Biología, Serie Zootología 71 (1): 59-88.
- Reyes-Bonilla, H. 1992. New records for hermatypic corals (Anthozoa: Scleractinia) in the Gulf of California with a historical and biogeographical discussion. *Journal of Natural History* 26: 1163-1175.
- Rios-Jara, E., C. M. Galván-Villa y F. A. Solís-Marin. 2008. Equinodermos del Parque Nacional Isla Isabel, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 131-141.
- Rios-Jara, E., E. López-Urarte y C. M. Galván-Villa. 2008. Bivalve mollusks from the continental shelf of Jalisco and Colima, Mexican central Pacific. *American Malacological Bulletin* 26: 119-131.
- Rios-Jara, E., M. Pérez-Peña, R. Beas-Luna, E. López-Urarte y E. Juárez-Carrillo. 2001. Gastropods and bivalves of commercial interest from the continental shelf of Jalisco and Colima, México. *Revista de Biología Tropical* 49(3): 785-789.
- Rios-Jara, E., M. Pérez-Peña, E. López-Urarte, y E. Juárez-Carrillo. 2006. Biodiversidad de moluscos marinos de Jalisco y Colima, con anotaciones sobre su aprovechamiento en la región. pp. 103-120. En: "Recursos Marinos y Acuáticas de la Región de Jalisco, Colima y Michoacán", Jiménez-Cuizot, M. C., E. Espino-Barr, y R. M. Guzman-Barrera. (ed.). Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Manzanillo, Colima. Instituto Nacional de la Pesca. 622 pp.
- Rodríguez-Zaragoza, F. A. 1998. Estructura de la comunidad coralina hermatípica (Scleractinia) de la zona de Careleros, Nayarit. Tesis de licenciatura en Biología. Universidad de Guadalajara, CUCEBA 67 pp.
- Rouphael, A. B., y G. J. Inglis. 1997. Impacts of recreational SCUBA diving at sites with different reef topographies. *Biological Conservation* 82:329-336.

- Rouphael, A. B. y G. J. Inglis. 2001. "Take only photographs and leave only footprints"? An experimental study of the impacts of underwater photographers on coral reef dive sites. *Biological Conservation* 100: 281-287.
- Rutz-López, M. y F. J. Nuñez-Comu. 2004. Sismotectónica del norte y oeste del bloque de Jalisco usando datos sísmicos regionales. *GEOS* 24(1): 2-13.
- Sánchez-González, S. 2000. Ictiofauna de Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco y zonas adyacentes, México. Informe final, proyecto L156. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 1-15.
- Schleyer, M. H. y B. J. Tomalin. 2000. Damage on South African coral reefs and an assessment of their sustainable diving capacity using a fisheries approach. *Bulletin of Marine Science*, 67(3): 1025-1042.
- Secretaría de Marina, 1994. Carta batimétrica de Bahía de Banderas, Jalisco, México.
- Secretaría de turismo. 2009. Estadísticas 2007 de la Secretaría de turismo del gobierno de Jalisco. (<http://msta.jalisco.gob.mx/espanol/dependencia/estadisticas.html>)
Accesado el 02/02/2009.
- Shackley, M. 1998. Stinging City – Managing the impact of underwater tourism in the Cayman Islands. *Journal of Sustainable Tourism*, 6(4): 328-338
- Smith, S. H. 1988. Cruise ships: a serious threat to coral reefs and associated organisms. *Ocean Shoreline Manage* 11: 231-248.
- Soils-Gil, C. 1996. Informe técnico sobre la diversidad y abundancia de las poblaciones de peces de ornato existentes en Bahía de Banderas. INP-Estación de Biología Marina y Pesquera "Dr. Enrique Beltrán", La Cruz de Huanacaxtle. 12 pp.
- Soils-Martin, F. A., H. Reyes-Bonilla, M. D. Herrero-Perezul, O. Arzpe-Covarrubias y A. Laguarda-Figueroas. 1997. Sistemática y distribución de los equinodermos de la Bahía de la Paz. *Ciencias Marinas* 23: 249-263.
- Soils-Martin, F. A., A. Laguarda-Figueroas, A. Durán-González, C. Gust-Ahearn y J. Torres-Vega. 2005. Equinodermos (Echinodermata) del Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical* 53(Suppl. 3): 123-137.
- Steel, R.G. y J. H. Torre. 1989. Bioestadística principios y procedimientos. 2da edición. McGraw-Hill. México D.F. 62 pp.
- Thomson, D. A., L. T. Findley y A. M. Kerstitch. 2000. Reef fishes of the sea of Cortez: the rocky-shore fishes of the Gulf of California. The University of Texas Press, Austin. 353 pp.
- Tratlos, J. A. y T. J. Austin. 2001. Impacts of recreational SCUBA diving on coral communities of the Caribbean island of Grand Cayman. *Biological Conservation* 102: 67-75.
- Uyerra, M. C. y I. M. Côté. 2007. The quest for cryptic creatures: Impacts of species-focused recreational diving on corals. *Biological Conservation* 136: 77-84.

- Villareal-Cavazos, A., H. A. Reyes-Bonilla, B. Bermúdez-Almada y O. Arizpe-Covarrubias. 2000. Los peces del arrecife de Cabo Pulmo, Golfo de California, México: Lista sistemática y aspectos de abundancia y biogeografía. *Revista de Biología Tropical* 48(2-3): 413-424.
- Vizcaino-Ochoa, V. 2000. Reclutamiento de corales hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia) de las costas de Bahía Banderas y sur de Nayarit, México. Tesis de licenciatura en Biología. Universidad de Guadalupe, CUCEA. 45 pp.
- Yáñez Rivera, J.L. 1988. Estudio ecológico de las comunidades de gasterópodos macroscópicos de algunas playas rocosas de Jalisco, México. Tesis de licenciatura en Biología. Universidad de Guadalupe, Facultad de Ciencias. 90 pp.
- Zakai, D., y N. E. Chadwick-Furman. 2002. Impacts of intensive recreational diving on reef corals at Eilat, northern Red Sea. *Biological Conservation* 105: 179-187.
- Zamorano, P. y G. E. Leyte-Morales. 2005. Cambios en la diversidad de equinodermos asociados al arrecife coralino de la Entrega, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar* 9: 19-28.

Anexo 1. Folleto informativo de las Islas Marietas entregado a los guías de buceo de diferentes agencias prestadoras de servicio en Bahía de Banderas.

Bahía de Banderas

Islas Marietas



La Bahía de Banderas se localiza en el occidente de México en la Costa de los estados de Jalisco y Nayarit. Es una de las Bahías más grandes de nuestro país.

Para entrar a este sitio es necesario un brazalete PIDELO!!



Isla Redonda

Las Islas Marietas constituidas por dos bellas Islas llamadas "La Larga" y "La Redonda", se encuentran a tan solo 45 min. de Puerto Vallarta. Fueron declaradas Área Natural Protegida en 2005.



Son el escaparate perfecto para la observación de aves, como el pájaro bobo, algunos zopilotes y diferentes gaviotas. Es un sitio RAMSAR por su importancia en la anidación de aves marinas.

Las islas tienen una serie de rocas y cañones que continúan bajo el agua hasta un fondo arenoso. La temperatura del agua varía de 16°C en invierno a 30°C en verano.



Isla Redonda

Durante el invierno se puede observar a la ballena jorobada (*Megaptera novaengliae*) que se reproduce y da a luz en la bahía.



Han sido descritos como uno de los animales más hermosos que han habitado los océanos. Son moluscos que han reducido o perdido su concha.

Opisthobranchios: Las Mariposas del Mar

Conocidos como babosas marinas o caracoles desnudos; existen unas 6000 especies.

Presentan colores brillantes y algunos se confunden con el fondo (crípticos). Pueden ser carnívoros o herbívoros especializados y medir desde unos milímetros hasta casi un metro.

Poseen órganos sensoriales a forma de cuernitos sobre la cabeza (rinóforos), y en la parte posterior poseen branquias o ceratas que sirven para respirar. Se les puede encontrar bajo piedras, sobre corales, esponjas, algas e hidrozoos.



Bahía de Banderas: Islas Marietas

Los Senderos Submarinos

Estos senderos fueron elegidos por su accesibilidad y belleza acuática.

Sendero La Pared

Prof. Máx.: 20 m.

Localizado en la parte suroeste de la Isla Redonda; está formado por ambientes mixtos, arenosos - rocosos y se caracteriza por una gran pared (de ahí su nombre) tapizada de organismos marinos, como corales blandos, esponjas, algas, ascidias y moluscos.



El Dorado Ylceosa!!!
(¿cambia de color?)
es muy abundante en esta zona.

¿Qué podemos observar?



Ángel de Cortés
Pomacanthus zosteropterus



Diosa del mar
Glossodoris saba



Jaqueta gigante
Microspathodon dorsalis



Coral Incrustante
Pavona gigantea



Estrella de mar
Pisania pyramiculus



Dulzamarina mexicana
Hydrobia ulmaria



Dorado de Dall
Glossodoris dalli



Lagarto de arrecife
Synodus lacertinus



Botete globo
Arastron meleagris



Puerco maruja
Sufflamen verres

Ángel rey
Hologanthurus paucor



Fragilidad: Posee un 6% de cobertura de corales pétreos, que son frágiles al contacto, hay que tener cuidado con el descenso para no dañar estos organismos.

El sitio es ideal para buzos poco experimentados ya que es muy seguro, somero y con corrientes moderadas.

Presta atención a: el cambio gradual de especies sobre la pared.

Bahía de Banderas: Islas Marietas

Sendero El Amarradero

Se encuentra en la parte centro-suroeste de la Isla Redonda. Para los primeros metros del recorrido sobresale la unión de la zona rocosa de la isla con la arenosa. Disfrute de dos ambientes diferentes y de las especies que habitan en ellos, como gran variedad de opistobranquios y peces.

Prof. Máx.: 20m.



Cahallita de mar
Hippocampus ingens

Cuidado con los corales pétreos son muy frágiles!

¿Qué podemos observar?

Dorado viscoso (*Tambja abdere*)

Diosa del mar (*Glossodoris sedna*)



Coral ramoso
Pocillopora verrucosa



Juqueta de dos colores
Stegastes flavilatus (juvenil)



Cochinito punteado
Prionurus punctatus



Viejita arcoíris
Thalassoma lucayanum



Dorado de Agassiz
Hypselodoris agassizii



Lidroides

Fragilidad: La cobertura de coral es del 60%, el más alto en la zona. Es importante tener precaución al descender para no causar daño alguno y preservar estos lugares para futuras generaciones.



Cítrio amarillo
Acanthoichthys dealatus



Pez escorpión
Scorpaena plumieri



Morena verde
Gymnothorax castaneus



Dorado tita
Polyscera alaba

Presta atención a: el canal de arena que está entre dos grandes rocas, donde hay una gran cobertura de coral.

Bahía de Bandejas: Islas Marietas

Sendero Bajo de la Manta

Prof. Máx.: 25 metros

Situado a 100 m al sureste de la Isla Redonda.

Cuida tu flotabilidad, las zonas arenosas son sitios de anidación de peces e invertebrados

Posee bellos escenarios marinos con grandes rocas en zonas arenosas, además ofrece una gran cantidad de bancos de peces.

Esta área se diferencia de los demás por tener una mayor profundidad y presentar ambientes únicos.

¿Qué podemos observar?



Ángel de Cortés
Pomacanthus zonipectus



Cochinito punteado
Prionurus punctatus



Pez erizo espinoso
Diodon hystrix



Pez mariposa
Chaetodon lunularis



Coral incrustante
Pavona gigantea



Danzarina mexicana
Lysia diomedea



Raya redonda
Urolophus concentricus

Se recomienda no alejarse del guía y cuidar bien el descenso ya que es fácil perderse si la visibilidad es limitada. Además es recomendable estar familiarizado con el equipo SCUBA, tener el lastre adecuado y la flotación controlada, pues este sitio no está del todo protegido de los vientos.



Tamboril bonito
Canthigaster punctatissima



Coral de copa
Tubastraea coccinea



Lóolido de los marcos
Platellina marcusorum



Mariposa barbero
Johnrandallia nigricrostris



Lóolido Indukamamututu
Indukamamututu bakunusistatus



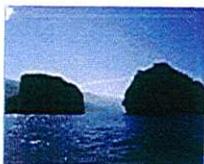
Presta atención a: las mantas gigantes (*Manta birostris*) que se encuentran en esta zona durante la temporada cálida.



Elaborado por: Arizbeth Alonso Domínguez.
Universidad de Guadalajara
CUCBA
edunics@cucba.udg.mx



Anexo 2. Folleto informativo de Los Arcos entregado a los guías de buceo de diferentes agencias prestadoras de servicio en Bahía de Banderas.



Bahía de Banderas: Los Arcos

La Bahía de Banderas se localiza en la costa pacífica del sur de Nayarit y el norte de Jalisco. El área de la bahía es de 1000 km² aproximadamente y tiene 115 km de costa.



Los Arcos formados por cinco islotes, se localizan a 10 km. al sur de Puerto Vallarta, ocupan un área aproximada de 30 hectáreas.

Presenta hermosos arcos naturales formados por el oleaje, lo suficientemente grandes como para que embarcaciones pequeñas puedan atravesarlos.

Sobre los islotes podemos observar especies de cactus y leguminosas, además de aves, como zopilotes, gaviotas y pájaros bobos.

Fueron declarados en 1975 como Zona de Protección de Flora y Fauna Marinas.



Pájaro bobo
Sula leucogaster

En esta zona está prohibido anclar y pescar



Descritos como uno de los animales más hermosos que han habitado los océanos.

Son moluscos que han reducido o perdido su concha.

Opistobranquios: Las Mariposas del Mar

Conocidos como babosas marinas o caracoles desnudos; y existen unas 6000 especies.

Presentan colores brillantes y algunos se confunden con el fondo (cripticos). Pueden ser carnívoros o herbívoros especializados y medir desde unos milímetros hasta casi un metro.

Poseen órganos sensoriales a forma de cuernitos sobre la cabeza (rinóforos), y en la parte posterior poseen branquias o ceratas que sirven para respirar. Se les puede encontrar bajo piedras, sobre corales, esponjas, algas e hidroides.



Bahía de Banderas: Los Arcos

Los Senderos Submarinos

Estos senderos fueron elegidos por su accesibilidad y belleza escénica.

Se encuentra al oeste de la Roca de la Tortuga.

En este lugar se encuentra un cañón submarino conocido también como la Quijada del Diablo, donde podemos gozar de una diversidad de especies y escenarios espectaculares.

sendero EL CAÑÓN



Roca de la Tortuga.

Nivel de dificultad: Es recomendado para buzos con mayor experiencia. Se recomienda descender siempre con una referencia, monitorear cuidadosamente la profundidad y tener una buena flotabilidad.

El recorrido es de 250 m. aproximadamente; se inicia hacia el norte pasando por un claro que va cambiando gradualmente de arenoso a rocoso.

Cornales negros de pólipos amarillos y anaranjados.



Diosa del mar
Glossodoris sedna

Presta atención a: El cañón que tiene alrededor de 1400 m de profundidad.

¿Qué podemos



Cabrilla guaseta
Alphestes immaculatus



Dorido de Agassiz
Hyvelodoris agassizii



Mariposa burbuja
Tubonandula nigricaudis



Estrella de mar
Phaleria unifasciata



España amarilla
Aplysina fistularis



Cabrilla piedra
Epinaphelus labriformis



Sombriña amarilla
Tylocina fungina



Cirujano de aleta amarilla
Acanthurus xanthurus



Puerco maruja
Sufflamen verreauxi



Dorido de Dall
Glossodoris dalli



Fóldo fogata
Flabellina fogata

Prof. Máx.: 30 m para el tramo del cañón

Durante la temporada de agua fría se puede observar concentraciones de opistobranquios de las especies *Tylocina fungina*, *Flabellina bertschi* y una especie única de esta localidad *Flabellina fogata*.

Bahía de Banderas: Los Arcos

Prof. Máx.: 25 m

Este sendero se encuentra en el lado norte del islote más grande de Los Arcos conocido como Arco Grande.

sendero ARCO GRANDE



Pez escorpión
Scorpaena plumieri

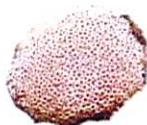
No te lleves conchas
u otros organismos!!



Pez mariposa
Chaetodon humeralis



Pez erizo
Diodon holocentrus



Erizo rosado
Toxopneustes rosens

Es recomendado para buzos principiantes, esta zona goza de aguas tranquilas y someras protegidas por los vientos.



Danzahua mexicana
Elysia domedea

En este lugar existe una gran cantidad de embarcaciones por lo que se recomienda siempre ascender mirando hacia arriba.

¿Qué podemos observar?

Opistobranchios como: *Glossodoris dalli*, *Glossodoris sedna*, *Hypselodoris agassizii*, *Flabellina marcusorum* entre otros. Se observan con frecuencia caballitos de mar.



Eolito de capucha
Lubbranchus cucullatus



Coral blando
Leptogorgia alba



Tritonia de Pickens
Tritonia pickensi

Ángel rey
Holocentrus passer



Oxynoe panámico
Oxynoe panamensis



Coral ramoso
Pocillopora verrucosa



Ángel de Cortés
Pomacanthus tozopunctus

Bahía de Banderas: Los Arcos

En esta zona existen enormes rocas en las que se pueden observar distintos organismos. Esta localidad fue elegida por su belleza escénica y su gran biodiversidad. Se encuentran lejos de los islotes y de las demás embarcaciones y bañistas de Los Arcos.

Nivel de dificultad: Se recomienda para buzos con un poco de experiencia ya que no hay boyas de amarre y en los primeros 3 m no hay referencia para el descenso. Hay zonas en las que el fondo se encuentra a profundidades de hasta 25 m, por lo que es importante monitorear los tiempos de no descompresión.

sendero EL BAJO DEL CRISTO

La profundidad va de los
10 a los 30 metros



Esponja amarilla
Aplysina fistularis

¿Qué podemos observar?

Sobre las rocas podemos encontrar a:
Glossodoris sedna, *Mexichromis antonii*, *Glossodoris dalli*.



Pepino de mar
Parastichopus furcatus



Pez corneta
Fistularia commersonii

Estrella de mar
Plectaria unifasciata



Dórido de Agassiz
Hydrobia agassiz



Cubrilla guineata
Alpheosoma immaculatum

Presta atención a: los bancos de peces y las pequeñas medusas nadando a tu lado.



Sesabrilu amarilla
Tylodina fungina



Idolo moro
Zanclus cornutus



Pez sargento
Abudefduf troschelii



Dórido de Antonio
Mexichromis antonii



Ángel rey
Holocentrus pinnatus



Botete globo
Arothron meleagris



Eólido de Ángel
Facelina sp.



Pez erizo espinoso
Diadema hystris



Elaborado por: Arizbeth Alonso Domínguez
Universidad de Guadalajara
CUCBA
edurios@ucba.udg.mx



Anexo 3. Matriz de contactos de todos los buzos evaluados en las Islas Marietas, durante las tres etapas en las que se dividió la inmersión.

| ISLAS MARIETAS | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|------|-------|----------|------|-------|--------|------|-------|--------|------|-------|------------------|-------------------|
| Contactos de buzos | Manos | | | Rodillas | | | Aletas | | | Equipo | | | Otros Organismos | Contactos Totales |
| | Arena | Roca | Coral | Arena | Roca | Coral | Arena | Roca | Coral | Arena | Roca | Coral | | |
| Primeros 10 min | | | | | | | | | | | | | | |
| Hombres | 11 | 2 | 0 | 13 | 2 | 0 | 114 | 26 | 3 | 7 | 1 | 0 | 0 | 179 |
| Mujeres | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 17 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Discovery | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 |
| COWD | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 108 |
| OWD | 10 | 2 | 0 | 10 | 1 | 0 | 23 | 25 | 3 | 4 | 1 | 0 | 0 | 79 |
| Avanzado | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Instructor | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| Master Diver | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Fotógrafos | 10 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 12 | 9 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 39 |
| No fotógrafos | 1 | 2 | 0 | 14 | 1 | 0 | 119 | 20 | 2 | 5 | 1 | 0 | 0 | 165 |
| Resto de la inmersión | | | | | | | | | | | | | | |
| Hombres | 16 | 11 | 0 | 13 | 2 | 0 | 2 | 93 | 10 | 1 | 12 | 6 | 4 | 170 |
| Mujeres | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 19 |
| Discovery | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 |
| COWD | 2 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 69 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 83 |
| OWD | 9 | 6 | 0 | 4 | 0 | 0 | 32 | 8 | 5 | 6 | 3 | 1 | 1 | 75 |
| Avanzado | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| Instructor | 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 11 |
| Master Diver | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 2 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| Fotógrafos | 7 | 5 | 0 | 1 | 2 | 0 | 17 | 11 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 | 51 |
| No fotógrafos | 9 | 6 | 0 | 12 | 0 | 0 | 90 | 3 | 1 | 6 | 4 | 1 | 2 | 134 |
| Ascenso | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Anexo 4. Matriz de contactos de todos los buzos evaluados en Los Arcos, durante las tres etapas en las que se dividió la inmersión.

| Contactos | LOS ARCOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | Contactos Totales |
|------------------------------|-----------|------|-------|----------|------|-------|--------|------|-------|--------|------|-------|------------------|------|-------|------------------|--|--|-------------------|
| | Manos | | | Rodillas | | | Aletas | | | Equipo | | | Otros Organismos | | | | | | |
| | Arena | Roca | Coral | Arena | Roca | Coral | Arena | Roca | Coral | Arena | Roca | Coral | Arena | Roca | Coral | Otros Organismos | | | |
| Primeros 10 min | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hombres | 5 | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 30 | 16 | 0 | 3 | 3 | 0 | | | | 1 | | | |
| Mujeres | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | | | | 1 | | | |
| Discovery | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 10 | 7 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | | 0 | | | |
| COWD | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | - | | | |
| OVD | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | | | | 1 | | | |
| Avanzado | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | 1 | | | |
| Instructor | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 7 | 5 | 0 | 2 | 2 | 0 | | | | 0 | | | |
| Master Diver | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | | | |
| Fotógrafos | 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 14 | 4 | 0 | 2 | 1 | 0 | | | | 0 | | | |
| No fotógrafos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | | | | 2 | | | |
| Resto de la inmersión | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hombres | 0 | 8 | 0 | 3 | 0 | 0 | 64 | 15 | 1 | 6 | 3 | 0 | | | | 3 | | | |
| Mujeres | 0 | 2 | 0 | 3 | 3 | 0 | 15 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | | | | 0 | | | |
| Discovery | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 59 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | | | |
| COWD | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | - | | | |
| OVD | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 8 | 8 | 0 | 3 | 1 | 0 | | | | 3 | | | |
| Avanzado | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | | | | 0 | | | |
| Instructor | 0 | 8 | 0 | 2 | 0 | 0 | 5 | 3 | 1 | 3 | 2 | 0 | | | | 0 | | | |
| Master Diver | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | | | |
| Fotógrafos | 0 | 5 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 | 2 | 1 | 0 | | | | 0 | | | |
| No fotógrafos | 1 | 8 | 0 | 4 | 4 | 0 | 99 | 25 | 1 | 7 | 4 | 1 | | | | 3 | | | |
| Ascenso | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | | | |

Anexo 5. Protocolo de buceo.

- Las personas que entran por primera vez en el sitio, deberán ser instruidas respecto a la diversidad, fragilidad y cuidados que deben tener en el sendero.
- Los buzos que ya conozcan el sitio podrán ser llevados a lugares con más cobertura frágil (e.g. corales pétreos y blandos).
- Se deberá cuidar que los buzos lleven el lastre adecuado, haciendo la primera inmersión o la prueba de lastre en zonas con fondos arenosos.
- Las inmersiones deben iniciar en sitios con fondos arenosos y por lo menos los primeros diez minutos del recorrido se debe mantener a los buzos lejos de los fondos rocosos o con alta cobertura de organismos (esponjas, corales, moluscos y crustáceos).
- Las inmersiones con objetivo de certificación deberán llevarse acabo en sitios con fondos predominantemente arenosos y mantener alejados a los buzos de los sitios con alta cobertura de corales. Se deberá cuidar esto principalmente en El Amarradero (Islas Marietas) y en El Bajo del Cristo (Los Arcos).
- No se debe permitir el uso de guantes (exceptuando los meses cuando la temperatura del agua así lo requiera), ya que utilizarlos propicia que se hagan más contactos a las especies frágiles.
- Los instructores deben llamar la atención a los buzos cuando hagan contactos con el fondo.
- Prohibir alimentar, tocar y molestar a la fauna, así como arrancar y llevarse organismos (flora y fauna) del fondo.
- Las zonas del sendero de El Amarradero (Islas Marietas) donde existe cobertura coralina, deberán ser solo para buzos certificados con mayor nivel de buceo [mínimo Open Water Diver (OWD)].
- Se debe instruir a los fotógrafos para que tengan cuidado al posarse sobre el fondo cuando toman fotografías.
- Cuando la visibilidad sea mala, deberá cuidarse la cercanía con las rocas y se deberá evitar los sitios con alta cobertura de fauna o flora.
- Cuando la corriente sea fuerte los instructores deberán mantener a los buzos alejados de sitios con alta cobertura coralina o de otros organismos sésiles.
- Los buzos Discovery deberán ser restringidos a bucear solo en el sendero de El Arco Grande (Los Arcos), pues posee baja cobertura coralina y fondos principalmente arenosos. En el sendero de El Amarradero (Islas Marietas) no deben recorrer los sitios con alta cobertura coralina.
- Las inmersiones en El Cañón (Los Arcos), deberán ser solo para buzos certificados.
- Cuando las inmersiones sean en El Bajo del Cristo (Los Arcos), los buzos deberán ser advertidos de la fragilidad de los corales blandos que se encuentran en el sitio.