

# Impacto de la actividad turística sobre los arrecifes coralinos del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, Colombia

Luz Ayda Castro Triana<sup>1</sup>, José Miguel Pereira Chaves<sup>2</sup>

1. Parques Nacionales de Colombia. Cartagena, Colombia. Maestría en Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. luzcastro@gmail.com
2. Coordinador Maestría en Ciencias Marinas y Costeras. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Jose.pereira.chaves@una.cr

Recibido 17-IX-2015 • Corregido 20-XI-2015 • Aceptado 28-I-2016

**ABSTRACT: Tourist activity in coral reefs of the Natural National Park Corals of Rosario and San Bernardo, Colombia.** Islas del Rosario and San Bernardo is a National Nature Park that protects coral reefs and mangroves but is increasingly affected by tourism. Between April 2011 and January 2013 we interviewed users of the 16 main submarine trails. The most frequented trail was Ministerio / Acuario mío ( $23,7 \pm 5,7$  %); Open Water scuba diving was the main diving certificate among tourists ( $63,5 \pm 4,5$  %); 58.6% lacked basic diving experience, and 74% had some type of contact with the corals (mostly hard coral:  $0,9 \pm 0,05$ ). An average there were 5,39 contacts per diver (scuba). For basic diving there was an average of 0.18 contacts/ min/ diver. Diving causes direct and indirect damages to these ecosystems. Most coral contacts are from inexperienced divers: training the tourists is fundamental.

**Keywords:** recreational diving, coral community, tourism, use and conservation.

**RESUMEN: El Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, es un lugar** que protege arrecifes de coral y manglares, de importancia ecológica, el desarrollo del turismo le ha generado impactos positivos y negativos. Entre abril de 2011 y enero de 2013, entrevistamos a los usuarios de las 16 rutas submarinas principales, con el fin de determinar la dinámica turística en el parque. El sendero más frecuentado fue Ministerio / Acuario mío ( $23,7 \pm 5,7$  %); en el sendero Aguas abiertas predominó el buceo certificado y con equipo autónomo ( $63,5 \pm 4,5$  %); el 58,6% de los buzos carecía de experiencia básica en esta actividad, y el 74 % tuvieron algún tipo de contacto con los corales (principalmente en corales duros:  $0,9 \pm 0,05$ ). En promedio obtuvimos 5,39 contactos por buzo en buceo autónomo. En el buceo básico hubo un promedio de 0,18 contactos / min / buzo. El buceo causa afectaciones directas e indirectas en estos ecosistemas. La mayoría de los contactos pueden darse por la falta de experiencia de la persona. Es fundamental la capacitación de los turistas

**Palabras claves:** buceo recreativo, comunidad coralina, turismo, uso y conservación.

Los arrecifes de coral ofrecen múltiples beneficios para el ser humano. Dichos ecosistemas se ven afectados por distintos factores derivados del desarrollo tanto económico como social de una nación. Dentro de los principales factores que afectan los arrecifes están la sedimentación, la pesca excesiva, la contaminación, el buceo recreativo, el blanqueamiento y las fuertes tormentas (Hernández, Rodríguez, Monticone, & De la Guardia, 2008).

Un gran número de investigaciones en la actualidad concluyen que las alteraciones ambientales a gran escala (miles de años) han deteriorado fuertemente la estructura y función de las comunidades coralinas. Al mismo tiempo, aseguran que las perturbaciones antropogénicas a pequeña escala (décadas) han tenido efectos más

acelerados, los cuales no han permitido la adaptación de los corales (Martínez & Acosta, 2005).

Además, el interés por la práctica de actividades turísticas en búsqueda de experiencias de contacto con la naturaleza (ej. buceo autónomo y básico), ha aumentado en los últimos años dado el creciente interés por la conservación de los ecosistemas y el concepto de viajes relativamente accesibles. Esto ha llevado al turismo a convertirse en una de las industrias más importantes a nivel mundial (Davis & Tisdell, 1995; Zakai & Chadwick-Furman, 2002).

Por otro lado, las ganancias financieras en el turismo desarrollado sobre áreas de arrecife de coral, son representativas si se consideran los rangos de recaudos en

áreas como la Isla de Saba, la cual, en sus 11 km<sup>2</sup> colecta al año un promedio de 2 millones de dólares y la Gran Barrera de Coral en Australia donde entre 1991-1992 se recaudaron aproximadamente 682 millones de dólares (Barker & Roberts, 2004). Sin embargo, aunque el turismo ha sido visto como una alternativa de bajo impacto en el uso de los recursos marinos (Talge, 1993), casi dos tercios de los arrecifes de la región Caribe están directamente amenazados por esta actividad (Barker & Roberts, 2004).

Tomando en cuenta específicamente la práctica de buceo recreativo sobre formaciones coralinas, ésta puede generar daños en los corales duros y demás organismos bentónicos del arrecife por el contacto directo de los buzos con el sustrato, el levantamiento de sedimentos y el inadecuado uso de anclas (Hawkins & Roberts, 1992; Tratalos & Austin, 2001). Existe una gran preocupación de que el impacto generado por el buceo afecte no sólo la integridad de estos ecosistemas, sino que además cause repercusiones negativas en los aspectos socioeconómicos de los grupos humanos dependientes de ellos (Burke & Maidens, 2005).

En este sentido, es importante documentar y evidenciar este tipo de actividades. Santander & Propin (2009) señalan que no se cuentan con datos sobre la relación entre la difusión de los atractivos submarinos a través de la televisión y el incremento en el número de personas que practican el buceo en ecosistema marinos tropicales. Por lo tanto estudios donde se revele la realidad con respecto al uso de los ecosistemas coralinos mediante el buceo recreativo podrían favorecer a la obtención de información actualizada, esencial para la toma de decisiones de manejo de estos ecosistemas.

Por otro lado, el complejo ecosistémico del parque involucra áreas de manglar, praderas de pastos marinos y arrecife coralino dentro de sus componentes más conspicuos; comprende la plataforma submarina y los arrecifes de coral al occidente de la Isla de Barú, los arrecifes de los archipiélagos del Rosario y de San Bernardo, y la plataforma submarina entre estos dos archipiélagos, además de las islas de Tesoro, Rosario, Mangle y Maravilla (Pineda, Martínez, Bedoya, Catarroso & Rojas, 2007).

Nuestro objetivo es determinar la dinámica turística en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, tomando en cuenta tanto sus efectos positivos como negativos, permitiendo constituir un fuerte soporte para el planteamiento de directrices, estrategias y acciones de manejo necesarios dado el crecimiento del turismo en áreas marinas de Colombia y en particular de este parque nacional.

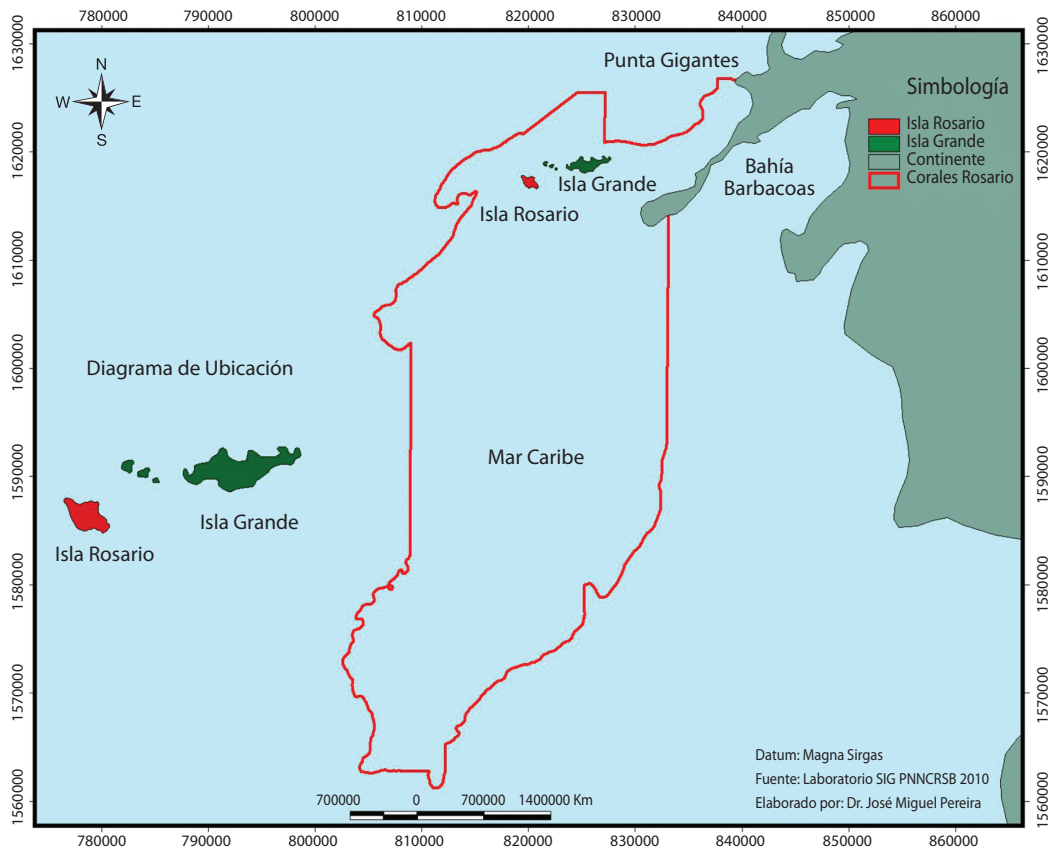
## MÉTODOS

El estudio se realizó entre abril del 2012 y enero del 2013, específicamente en el archipiélago del Rosario dentro del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, Colombia. Este archipiélago comprende en su totalidad 120 000 hectáreas, acogiendo áreas de la Península de Barú y los Archipiélagos del Rosario y de San Bernardo (Fig. 1).

Las propiedades ecológicas, estructurales y topográficas de los arrecifes presentes en el parque corresponden a la fracción más desarrollada de corales en la franja Caribe continental de Colombia, según estudios realizados (Sánchez & Armando, 1995; Pineda et al., 2007). Para conocer el desarrollo y los efectos de la actividad turística de buceo recreativo (autónomo y básico) en el Archipiélago del Rosario con relación a los senderos submarinos de mayor frecuencia de uso del parque, registramos información de la dinámica de la actividad referente al tamaño de los grupos (número de buzos por inmersión), sendero de uso, área de recorrido, profundidad del sendero, herramientas de manejo como la existencia de señalización sean boyas de amarre o de información para los senderos submarinos, horario de visita, tiempo de inmersión e instrucciones aportadas por parte del operador en los momentos de "briefing" (charlas de instrucción pre-inmersión) y "debriefing" (charlas de instrucción post-inmersión) indicando la protección de los ecosistemas marinos y el adecuado comportamiento bajo el agua. Además, registramos el comportamiento de los buzos frente al número de contactos que cada uno de estos tuvo con el sustrato en el total de su inmersión.

Con el apoyo del centro de buceo en el Archipiélago del Rosario, supervisamos la inmersión de 606 buzos visitantes en 303 inmersiones diurnas (de 8:00am a 3:00pm) de buceo con equipo autónomo en un total de 12 423 minutos acumulados en 11 senderos de uso. La actividad de buceo con equipo básico se desarrolla como una actividad extra y opcional en los planes generales ofrecidos por los tour operadores, lo cual dificulta su seguimiento y control. Registramos visitas a tres de los cinco senderos activos para uso en esta actividad, asistiendo únicamente un total de 213 buzos en 105 inmersiones durante 8 520 minutos acumulados. Las asistencias y registros de datos para las dos actividades dependieron del flujo de turistas y la dinámica del centro de buceo y tour operadores; aun así se muestrearon 16 días por mes (dos inmersiones diarias) en promedio.

La distancia lineal del área aproximada y rango de profundidad de los senderos fue determinada por el tiempo máximo de inmersión que permite el uso de aire comprimido (45 min. aproximadamente), así como



**Fig. 1.** Ubicación del área de estudio Archipiélago del Rosario PNNCRSB.

la velocidad de desplazamiento promedio de los buzos. Para el análisis de la información se hizo uso de la estadística descriptiva.

## RESULTADOS

Los senderos presentan un recorrido promedio de 460 m y un rango de profundidad media en el recorrido de 14 m, diferenciándose para buceo autónomo un rango entre 5 m y 18 m y entre 2 y 5 m para buceo básico (Cuadro 1). Es importante señalar que la ubicación y profundidad de los senderos responden a una estrategia de distribución y abundancia de los arrecifes coralinos, estos sitios cuentan con una vista panorámica apta para el disfrute de estos ecosistemas, aunado a su alta diversidad de fauna y flora asociada.

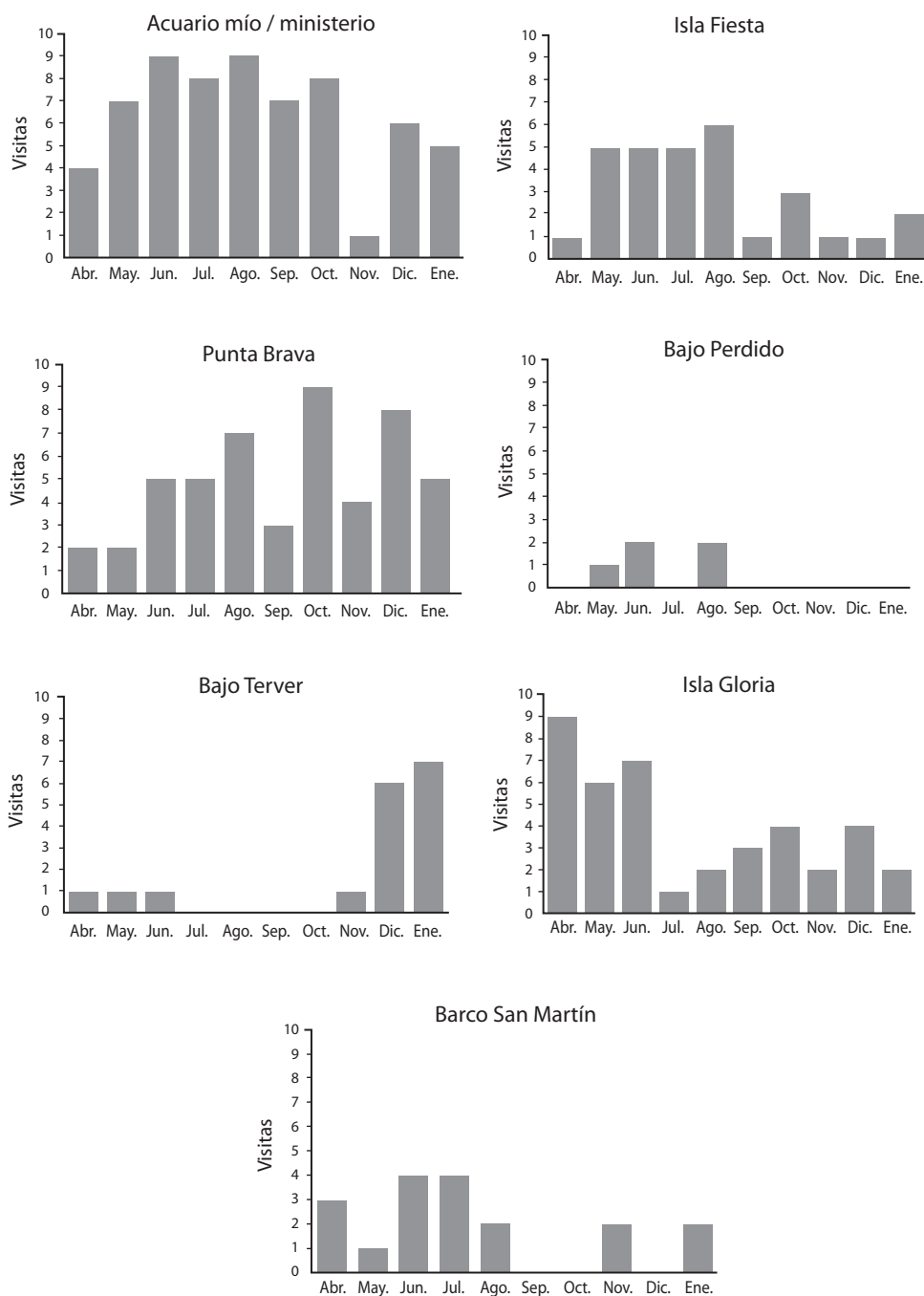
También es necesario considerar que a esta profundidad el fotoperiodo de los arrecifes es apto, condición indispensable para las zooxantelas.

El desarrollo de la actividad de buceo en general en el archipiélago del Rosario está directamente relacionado

con los factores climáticos de la región, situación que se evidenció en los registros obtenidos de frecuencia de visitantes de cada sendero de uso durante el período de investigación. Se pudo observar que en la época seca (diciembre - abril) la frecuencia de visitantes de buceo autónomo fue mayor en los senderos del sector Sur del archipiélago, a diferencia de la época de lluvia (mayo - noviembre) donde la frecuencia de visita es mayor en las estaciones de Norte (Fig. 2).

Según los datos recolectados para buceo con equipo autónomo, del total de 606 buzos evaluados distribuidos en cinco niveles de certificado, el nivel de Aguas Abiertas(O) fue el certificado de mayor participación de visitas ( $6,5 \pm 4,5\%$ ), seguido por los niveles de Minicurso (M), Avanzado (A), Profesional (P) y Rescate (R) con participaciones respectivamente de  $20,5 \pm 2,2\%$ ;  $11,5 \pm 0,8\%$ ;  $2,8 \pm 0,3\%$  y  $1,6 \pm 0,2\%$  (Fig. 3).

El sendero más frecuentado para esta actividad fue Ministerio/Acuario mío ( $23,7 \pm 5,7\%$ ) seguido por Punta Brava ( $19,31 \pm 5,6\%$ ) e Isla Gloria ( $14,5 \pm 4,5\%$ ). Para la actividad de buceo con equipo básico debido a la dificultad de evaluación por la informalidad en su desarrollo,



**Fig. 2.** Frecuencia de visitantes en los senderos.

se evaluaron 213 buzos visitantes, 41,3% con experiencia y 58,6% sin experiencia en los senderos submarinos de Punta Brava, Pavitos e Isla fiesta, frecuentados en un 54,5%; 39,9% y 5,63% respectivamente.

Con respecto a los efectos de la actividad de buceo recreativo sobre el recurso observamos que el desarrollo

de la actividad de buceo en el archipiélago del Rosario genera efectos directos sobre las formaciones coralinas presentes en los senderos de uso, principalmente por dos causas: la primera de ellas es el uso de ancla y amarre de embarcaciones. La segunda se refiere al comportamiento de los buzos en la actividad generando contacto directo con el sustrato.

CUADRO 1  
Distancia y ámbito de profundidad de los senderos de uso de mayor frecuencia de visita para buceo recreativo

SENDERO	Distancia recorrida (m)	Profundidad Promedio (m)
Isla Fiesta (Autónomo y Básico)	511	13,50
Isla Gloria (Autónomo)	427	13,50
Ministerio/Acuario Mío (Autónomo y Básico)	580	12,5
Punta Brava (Autónomo y Básico)	569	11,3
San Quintín (Autónomo)	671	9,5
Bajo Perdido (Autónomo)	678	13,50
Majayura (Básico)	-	11
Bajo Terver (Autónomo)	955	15
Kurira (Autónomo)	568	13,50
Luis Guerra (Autónomo)	416	15
Martincito (Autónomo)	497	15
Pavitos (Básico)	350	13,5
Alex Place (Autónomo y Básico)	400	11

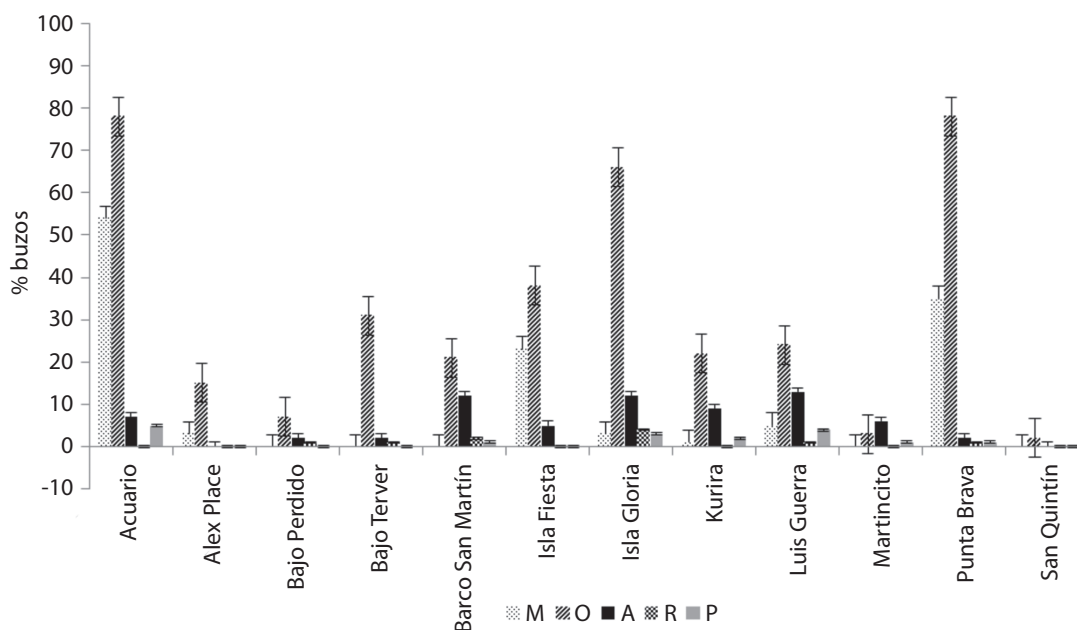


Fig. 3. Porcentaje de buzos evaluados por sendero y nivel de certificación.

El 75% de los senderos submarinos de uso en el archipiélago del Rosario cuentan con algún tipo de infraestructura de amarre: boya y cadena presentes en cinco senderos (41,7%) y pin (perno sujetador en muerto de cemento) presente en nueve de los sitios (75%) (Cuadro 2). Entre las operaciones asistidas, el 98,5% de las veces estas infraestructuras fueron utilizadas, sin embargo, en los senderos donde los sistemas de amarre no están disponibles se observó el uso de ancla (1,4%) específicamente

registrado en los senderos de Bajo Perdido y San Quintín. Los sustratos involucrados en las labores de anclaje fueron la formación mixta (arena y coral), arena y pastos marinos (Cuadro 2).

Con base en el comportamiento de los visitantes (contactos con el sustrato) se registró que el 74% (452 buzos) de los buzos autónomos evaluados tuvieron algún tipo de contacto con algún sustrato en su inmersión (coral, alga, invertebrados, roca, arena). El sustrato con mayor

CUADRO 2  
Infraestructuras de amarre en los sitios de buceo con equipo autónomo y básico.

Sendero	Sistema de fondeo								
	Boya			Sistema de Amarre			Sistema de anclaje		
	P/A	Tipo	Estado	P/A	Tipo	Estado	P/A	Tipo	Prof. (m)
Isla Fiesta	P	Artesanal	Malo	P	Cabo	Malo	P	Manta	13
Isla Gloria	P	Redonda	Malo	P	Cadena	Bueno	P	Manta	12,5
Ministerio / Acuario Mío	P	Redonda	Regular	P	Cadena	Malo	P	Manta	10,5
Punta Brava	A			A			P	Pin / Bloque	11,6
Alex Place	P	Metálica	Malo	P	Cadena	Malo	P	Bloque	6
Bajo Terver	P	Metálica	Regular	P	Cadena	Malo	P	Bloque	6,5
Barco San Martín	P	Redonda		P	Cabo	Malo	P	Pin	17
Luis Guerra	P	Lápiz	Regular	P	Cadena		P	Bloque	6,7
San Quintín	A			A			P	Bloque	5
Bajo Perdido	A			A			A		
Kurira	A			A			A		
Martincito	A			A			A		
Pavito	A			A			P	Bloque	8,9
Majayura	A			A			A		

P=presenta, A=ausente.

número de contactos y frecuencia de contacto fue el coral duro ( $0,05 \pm 0,9$ ) contactos/minuto/buzo) (Fig. 4.). En total, los buzos con equipo autónomo realizaron 3 268 contactos (promedio de 5,39 contactos/buzo) con una frecuencia de 0,13 contacto/minuto/buzo (Fig. 4.).

Los primeros niveles de certificado presentaron los mayores valores de frecuencia de contactos. El nivel O con  $0,13 \pm 0,06$  contactos/minuto/buzo representa el mayor valor, seguido por los niveles M con  $0,12 \pm 0,09$  y A

con  $0,11 \pm 0,07$  contactos/minuto/buzo, en comparación con los niveles de R y P cada uno con  $0,06 \pm 0,05$  y  $0,07 \pm 0,05$  contactos/minuto/buzo.

Para la actividad de buceo con equipo básico, los visitantes realizaron un total de 1 645 contactos, un promedio de 0,18 contactos/min/buzo (Fig. 4.). Los visitantes con experiencia realizan un menor número de contactos (0,01 contactos/minuto/buzo) a diferencia de los buzos sin experiencia (0,08 contactos/minutos/buzo).

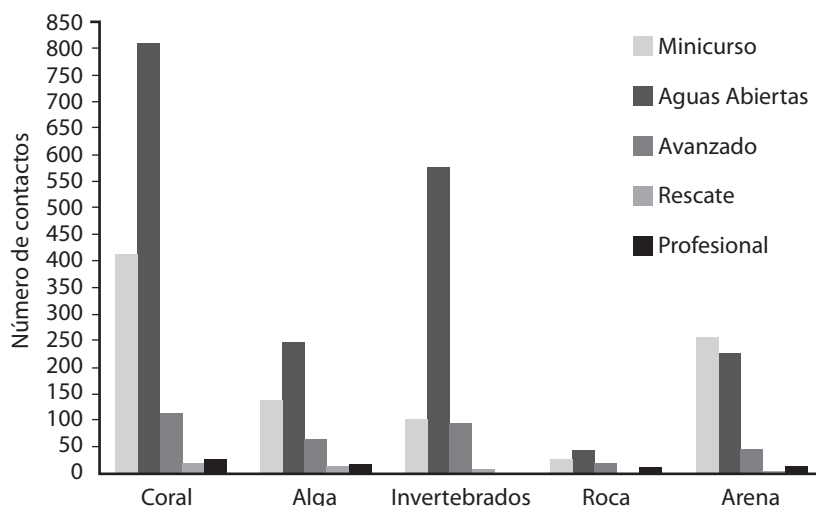


Fig. 4. Relación de contactos realizados por los diferentes niveles de certificado sobre cada sustrato identificado. Buceo con equipo autónomo.

En cuanto a la presencia o ausencia de "briefing" y "debriefing" en cada inmersión y su correcto desarrollo, observamos que la actividad de buceo con equipo autónomo el 88% de las operaciones incluyeron un "briefing" completo y el 87% tuvieron "debriefing". En las operaciones de buceo con equipo básico, el 75% de los operadores no realizan "briefing" o "debriefing" ni se hacen recomendaciones a los visitantes sobre el cuidado del entorno natural. Se observó además que cuando las operaciones involucran menos de 5 personas, en las embarcaciones no se lleva guía.

Las características de los buzos visitantes del área en cuanto a experticia, expresada en niveles de certificación y experiencia frente a la actividad y frente al medio, genera a los buzos tanto con equipo autónomo como básico la necesidad voluntaria e involuntaria de apoyarse, sostenerse, coleccionar organismos y/o ponerse de pie varias veces a lo largo del recorrido procurando "su seguridad", lo cual sumado a la poca y/o deficiente guía o direccionamiento por parte de los operadores en el cuidado del medio y la importancia de éste en el área protegida, genera los efectos negativos (involuntarios o voluntarios) sobre el recurso arrecifal (Fig. 5).

Es importante recalcar que no solo los contactos producen daños a los arrecifes. En torno a la actividad de buceo, también se generan impactos negativos sobre el arrecife con el movimiento de las aletas, el cual, causa un levantamiento de los sedimentos que provocan alteración en las condiciones fisiológicas del ecosistema de arrecife coralino.

## DISCUSIÓN

A profundidades menores a 15 metros, las condiciones son adecuadas considerando que la profundidad, la luz y el grado de exposición al oleaje, inciden en la estructura de los arrecifes y en los esquemas de abundancia y distribución de las especies de coral que lo forman (Díaz-Pulido, Sánchez, Sven, Díaz & Garzón-Ferreira, 2004).

Sin embargo, no se puede perder de vista la resiliencia del arrecife coralino, donde se resalta lo citado por el INVEMAR (2009) donde señalan que los arrecifes de coral son hoy en día el ecosistema marino más emblemático en todo el globo terrestre. Por su importancia tanto económica como ecológica, debe asegurarse su conservación y protección al igual que el monitoreo constante de sus condiciones de salud.

Los arrecifes coralinos generan diversos servicios ecosistemas y en este sentido, se resalta la alta biodiversidad albergada en el sitio, así como los bienes y servicios que ofrece para la humanidad, la protección costera y la producción de recursos de gran valor económico en la pesca tradicional, son elementos que juegan un rol importante en fomentar el interés por parte de los buzos (INVEMAR, 2009).

Las comunidades costeras han visto una oportunidad poder aprovechar los recursos marinos costeros de manera sostenible, por ello los esfuerzos que se llevan a cabo para potenciar el uso adecuado de los ecosistemas marinos, dentro de la actividad turística, en esta línea, Santander y Propin (2009) señalan que en términos

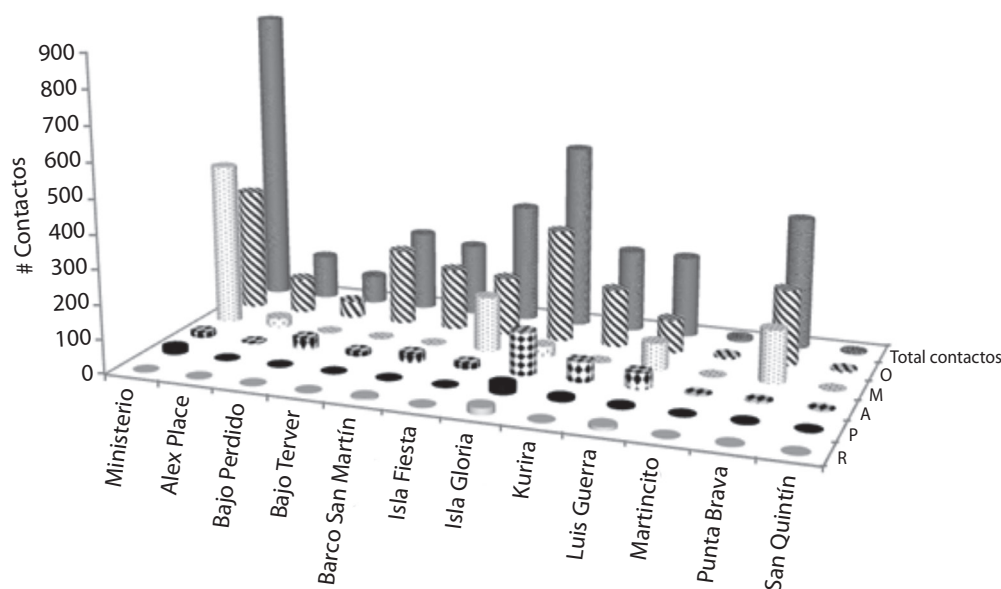


Fig. 5. Relación porcentual contactos voluntarios e involuntarios actividad de buceo con equipo básico.

individuales, la experiencia de viajes o avance en la carrera turística de cada buzo, determina la posibilidad de comparar los sitios de un destino a lo largo del tiempo o compararlo con sitios de buceo en otros destinos. Así, muchos de los turistas que bucean conforman su percepción del estado ambiental del arrecife con variables específicas tales como la visibilidad bajo el agua, cantidad de colonias de coral quebradas, enfermas o muertas, variedad y número de peces, así como cobertura de algas.

La visitación en cada uno de los sitios de buceo se lleva a cabo a diversas escalas según las características propias de los mismos (James & Márquez, 2011). Considerando que el buceo es una actividad de gran valor económico para los pobladores de las zonas costeras, a como lo señalan James & Márquez (2011) en una valoración económica que desarrollaron sobre la actividad de buceo, establecen que los sitios de buceo de Colombia, que incluyen Gorgona y Malpelo en el Pacífico así como varias formaciones arrecifales en el Caribe, en especial las del Archipiélago, le posibilitan entrar a competir, en excelentes condiciones, en los circuitos mundiales del buceo y beneficiarse, por ejemplo, de los más de US\$300 millones de dólares que los buzos de Estados Unidos gastan al año en este deporte.

En el caso de los arrecifes de coral, existen una serie de características únicas que es necesario identificar para contextualizar, posteriormente, la naturaleza de los impactos del turismo de buceo. La resiliencia o capacidad de resistencia y respuesta del ecosistema, frente a la sinergia o combinación de impactos negativos, se reduce con cada daño que sufre el arrecife de coral. Por otro lado, los impactos directos del turismo de buceo son una de las pocas fuentes de deterioro viables de ser reducidas localmente por las instancias responsables del manejo ambiental (Santander y Propin, 2009).

Además los contactos documentados por la actividad de buceo se podrían comprar con otros estudios realizados por ejemplo investigaciones en impacto del buceo sobre sustrato arrecifal en otras áreas marinas como San Andrés - Colombia (Gallo, Martínez & Ríos, 2002) y St. Lucia - Islas Windward Caribe (Barker & Roberts, 2004) han reportado frecuencias de contactos similares a la encontrada en este estudio.

Considerando el contacto que se genera sobre el arrecife producto del turismo de buceo y en esta misma línea Santander y Propin (2009) indican que para muchos buzos el principal motivo de viaje es la práctica del buceo autónomo en un destino cuyo principal atractivo es la calidad de la experiencia de buceo. No obstante, muchas de ellas realizan esta actividad sin precaución, provocando impactos directos en los arrecifes de coral, los cuales

son importantes de tomar en cuenta, considerando que existen características únicas del sitio, según la estructura del ecosistema, lo cual, conlleva a identificarlas para contextualizar y adaptar normas que generen control que minimicen los impactos negativos del turismo de buceo.

El buceo recreativo genera problemas principalmente a los corales con estructuras delicadas. Dicha actividad causa afectaciones directas como fractura del esqueleto y abrasión del tejido; además de indirectas como la deposición de sedimento. La mayoría de los contactos pueden darse de forma inadvertida debido a las habilidades de la persona y/o por la falta de experiencia (Krieger & Chadwick, 2013). Hernández et al. (2008) propone que un mayor conocimiento sobre los arrecifes probablemente motiven un comportamiento adecuado de los buceadores recreativos, contribuyendo de esta manera a la disminución de los impactos generados por esta actividad. Por este motivo es fundamental la capacitación de los turistas, promoviendo el aprendizaje y la conciencia para la conservación.

Es importante señalar que la fragilidad de los ecosistemas coralinos y sus interrelaciones bióticas los vuelven susceptibles a los cambios que se puedan generar producto del contacto y a la pérdidas de fragmentos del mismo, considerando que todo impacto negativo provoca estrés en la colonia y por ende se genera mayor susceptibilidad a las enfermedades y a la competencia interespecífica de otros grupos. Hernández et al. (2008) mencionan que el impacto continuo puede provocar una disminución en la cobertura y en la diversidad de especies de coral en aquellos lugares más visitados del arrecife.

Por otra parte, es importante que se gesten iniciativas de control y se sensibilice a los responsables directos del uso del recurso, implementando programas educativos para el personal que de una u otra forma hacen uso del recurso marino, considerando la actividad de buceo como una opción de empoderar a las comunidades haciendo uso adecuado del recurso, pero a la vez que sean protectores y vigilantes del mismo. Estudios realizados por Guardia (2006) sobre el arrecife, considerando las actividades de buceo, señala que no encontró que afectaran a los arrecifes de coral directamente, aunque la mayor incidencia de enfermedades coinciden con los sitios de mayor uso, lo cual, pudiere ser un reflejo de manera indirecta del efecto de este impacto, situación que se debe valorar con un sistema de monitoreo en el tiempo.

Es importante recalcar que no solo los contactos producen daños a los arrecifes. En torno a la actividad de buceo, también se generan impactos negativos sobre el arrecife con el movimiento de las aletas, el cual, causa un levantamiento de los sedimentos que provocan



alteración en las condiciones fisiológicas del ecosistema de arrecife coralino. Lo mencionado anteriormente concuerda con Gallo et al. (2002), quienes en sus estudios señalan que no solamente los contactos pueden ocasionar impactos negativos en los organismos del arrecife, sino que además de la acción de levantar sedimentos, considerada en el daño que reciben las colonias de corales en la Isla San Andrés.

Los arrecifes coralinos del PNNCRSB son por excelencia el principal atractivo turístico para los visitantes del Parque, contribuyendo con el desarrollo de las actividades turísticas acuáticas, siendo una base para el desarrollo económico de la comunidad y permitiendo a la vez la administración del área protegida. Esta investigación contribuyó al reconocimiento de los impactos generados sobre los arrecifes coralinos del PNNCRSB tomando en consideración fundamentalmente el buceo recreativo en senderos submarinos de uso, fomentando la comprensión de factores de impacto tanto en la dinámica de las comunidades naturales y su reacción frente a los efectos que soportan, como de las comunidades humanas y los efectos que generan.

En el PNNCRSB la actividad de buceo genera impactos negativos en el desarrollo de formaciones arrecifales de manera reiterada en senderos submarinos de uso, impactos que se generan específicamente debido al inadecuado comportamiento de los buzos visitantes y la deficiente guía por parte de los centros de buceo y/o tour operadores en temas como la flotabilidad y conservación del medio. Además, es indispensable para el desarrollo de las actividades acuáticas, la identificación y apropiación del trabajo en la gestión del turismo del PNNCRSB en apoyo al manejo adecuado del área protegida, para así lograr el posicionamiento y gobernabilidad del Parque como entidad administrativa del área para el ordenamiento de la actividad turística que se desarrolla.

Se deben generar procesos continuos y conscientes para el seguimiento y monitoreo de la actividad, sus impactos y el estado del recurso para minimizar los impactos negativos sobre los arrecifes. Es prioritario promover el desarrollo y aplicación de reglamentaciones, protocolos e indicadores de sostenibilidad específicos para las actividades turísticas del área. También es relevante implementar un soporte administrativo y de manejo, evitando recaer en un turismo sin control que generara aún mayores afectaciones a los recursos del área protegida en el PNNCRSB.

## AGRADECIMIENTOS

A la Unidad del Sistema de Parques Nacionales de Colombia y The Nature Conservancy por su apoyo técnico y financiero para este estudio. También al acompañamiento de la Universidad Nacional de Costa Rica al Programa de Maestría en Ciencias Marinas y Costeras y especialmente a los biólogos, operadores de buceo y guardaparques voluntarios involucrados en la recolección de información en campo.

## REFERENCIAS

- Barker, N. & Roberts, C. (2004). Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biol. Conserv.*, 120(4), 481-489.
- Burke, R. & Maidens, J. (2005). *Reefs at Risk in the Caribbean*. Washington, D.C., EE.UU.: Ed. World Resources Institute.
- Davis, D. & Tisdell, C. (1995). Recreational scuba diving and carrying capacity in marine protected areas. *Ocean. Coast. Manage.*, 26(1), 19-40.
- Díaz-Pulido, G., Sánchez, J. A., Sven, Z., Díaz, J. M. & Garzón-Ferreira, J. (2004). Esquemas de distribución espacial en la comunidad bentónica de arrecifes coralinos continentales y oceánicos del Caribe colombiano. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 28 (108), 337-347.
- Gallo, F., Martínez, A. & Ríos, J. (2002). Capacidad de carga de visitantes en áreas de buceo de San Andrés Isla (Colombia). Tesis de grado no publicada, Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales y Administración del Medio Ambiente, Colombia.
- Guardia, E. (2006). Caracterización de la comunidad de corales y estimación del efecto del buceo recreativo en Guajimico, región surcentral de Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 27(3), 191-196.
- Hawkins, J. & Roberts, C. (1992). Effects of recreational scuba diving on fore-reef slope communities of coral reefs. *Biol. Conser.*, 62(3), 171-178.
- Hernández, L., Rodríguez, L., Monticone, K. & De la Guardia, E. (2008). Incidencias del buceo recreativo sobre los arrecifes coralinos en Cayo Coco, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 29(3), 205-212.
- INVEMAR. (2009). Informe del Estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia. Serie de publicaciones periódicas. N° 8. Santa Marta. Colombia.
- James, J. & Márquez, C. (2011). Valoración Económica del buceo, como estrategia de uso sostenible de la biodiversidad marina, Archipiélago de San Andrés y Providencias, Caribe Colombiano. *Rev. Gest. Amb.*, 14(1), 37-54.

- Krieger, J. R. & Chadwick, N. E. (2013). Recreational diving impacts and the use of pre-dive briefings as a management strategy on Florida coral reefs. *J. Coast. Conserv.*, 17(1), 179-189.
- Martínez, S. & Acosta, A. (2005). Cambio temporal en la estructura de la comunidad coralina del área de Santa Marta-Parque Nacional Natural Tayrona (Caribe colombiano). *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 34, 161-191.
- Pineda, I. A., Martínez, D., Bedoya, P., Catarroso, P. & Rojas, J. A. (2007). *Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo (PMA-PNNCRSB) UAESPNN. Territorial Caribe, Cartagena*. Cartagena, Colombia.
- Sánchez, M., & Armando, J. (1995). Benthic communities and geomorphology of the Tesoro Island coral reef, Colombian Caribbean. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 24(1), 55-77.
- Santander, L. & Propin, E. (2009). Impacto ambiental del turismo de buceo en arrecifes de coral. *Cuadernos de turismo*, 24, 207-227.
- Talge, H. (1993). Impact of recreational divers on scleractinian corals at Loo Key, Florida. *Proceedings of the Seventh International Coral Reef Symposium*, 2, 1077-1082.
- Tratalos, J. & Austin, T. (2001). Impacts of recreational scuba diving on coral communities of the Caribbean island of Grand Cayman. *Biol. Conserv.*, 102(1), 67-75.
- Zakai, D. & Chadwick-Furman, N. E. (2002). Impacts of intensive recreational diving on reef corals at Eilat, northern Red Sea. *Biol. Conserv.*, 105(2), 179-187.