



CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

Premio Anual de la Academia de Ciencias de Cuba

Investigación, monitoreo y manejo para la conservación y uso sostenible de los arrecifes coralinos en el Parque Nacional Guanahacabibes

Dorka Cobián Rojas ^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-3290-9011>
Lázaro Márquez Llauger ¹ <https://orcid.org/0000-0002-3121-4162>
Pedro Pablo Chevalier Monteagudo ² <https://orcid.org/0000-0003-2135-6121>
Susana Perera Valderrama ³ <http://orcid.org/0000-0002-7714-9271>
Juliett González Méndez ⁴ <http://orcid.org/0000-0003-3237-2485>
Hansel Caballero Aragón ³ <https://orcid.org/0000-0002-4306-4042>
Raúl Igor Corrada Wong ² <https://orcid.org/0000-0003-1574-7724>
Osmani Borrego Fernández ¹ <https://orcid.org/0000-0002-7591-1226>
Miguel Adrián Pino Prieto ⁴ <https://orcid.org/0000-0003-2107-0078>
Leandro Rodríguez Viera ⁵ <https://orcid.org/0000-0002-2392-0075>
Patricia González Díaz ⁵ <https://orcid.org/0000-0002-5266-0989>
Zenaida M. Navarro Martínez ⁵ <http://orcid.org/0000-0002-2083-8586>

¹ Parque Nacional Guanahacabibes, Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales, ECOVIDA Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba

² Acuario Nacional de Cuba, Agencia de Medio Ambiente. La Habana, Cuba

³ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México

⁴ Centro Nacional de Áreas Protegidas. La Habana, Cuba

⁵ Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de la Habana. La Habana, Cuba

*Autor por correspondencia: dorkacobianrojas79@gmail.com

RESUMEN

Palabras clave

áreas marinas protegidas; arrecifes coralinos; Guanahacabibes; pez león; restauración

Introducción. Se presentan los resultados más significativos obtenidos en el transcurso de 10 años de investigación, monitoreo y manejo en los arrecifes coralinos del Parque Nacional Guanahacabibes (PNG). Los grupos zoológicos más estudiados han sido las comunidades de corales y peces. De igual manera, el pez león ha sido investigado a profundidad debido al impacto negativo que provoca en los invertebrados y peces nativos por su condición de especie exótica e invasora. **Métodos.** Los muestreos se han realizado a partir de metodologías elaboradas y validadas por expertos a nivel nacional e internacional. **Resultados.** Los arrecifes se encuentran entre los más conservados y diversos del Caribe, aun cuando no escapan del proceso de degradación que afrontan la mayoría de estos ecosistemas por los efectos del cambio climático. Las poblaciones de peces de importancia comercial y ecológica (meros, pargos, tiburones, loros y barberos) cuentan con elevados valores de densidad y biomasa debido al efecto protector del área. Se exponen datos de los eventos de blanqueamientos en las comunidades de corales y su poder resiliente. Se presentan los resultados del proyecto de restauración de arrecifes con la especie *Acropora cervicornis*, así como el efecto positivo que ha tenido la realización de 5 torneos de pesca de pez león en el control de esta especie invasora. También, se muestran las herramientas, estrategias y regulaciones establecidas en



el plan de manejo del PNG, enfocadas en el turismo de naturaleza que ha ido en incremento en los últimos años.

Research, monitoring and management for the conservation and sustainable use of coral reefs in the Guanahacabibes National Park

ABSTRACT

Keywords

Marine protected areas; coral reefs; Guanahacabibes; lionfish; restoration

Introduction. The most significant results obtained in the course of 10 years of research, monitoring and management in the coral reefs of the Guanahacabibes National Park (PNG) are presented. The most studied zoological groups have been the coral and fish communities. In the same way, the lionfish has been deeply investigated due to the negative impact caused on invertebrates and native fish due to its status as an exotic and invasive species. **Methods.** The samplings have been carried out based on methodologies developed and validated by experts at the national and international level. **Results.** The results show that the reefs are among the most conserved and diverse in the Caribbean, even though they do not escape the degradation process faced by most of these ecosystems due to the effects of climate change. Fish populations of commercial and ecological importance (groupers, snappers, sharks, parrotfish and surgeonfish) have high density and biomass values due to the protective effect of the area. Data on bleaching events in coral communities and their resilient power are presented. The results of the reef restoration project with the *Acropora cervicornis* species are presented as well as the positive effect that the holding of 5 lionfish fishing tournaments has had on the control of this invasive species. Also, the tools, strategies and regulations established in the PNG management plan are shown, focused on nature tourism that has been increasing in recent years.

INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Guanahacabibes (PNG) constituye la zona núcleo de la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes. Incluye un área terrestre de 23 880 hectáreas y un área marina de 15 950 hectáreas, para un total de 39 830 hectáreas. ⁽¹⁾ Se ubica en el occidente del archipiélago cubano y es el único territorio insular antillano con costas en el mar Caribe occidental y en el golfo de México. Esta ubicación determina la singularidad de su naturaleza, caracterizada por especies, hábitats, ecosistemas y paisajes únicos, que se han conservado como resultado de un modelo de desarrollo que propicia diversos usos de los recursos naturales y prácticas de manejo racionales, armonizando el sostenido incremento de la calidad de vida de las comunidades locales con la conservación de la naturaleza del área. ⁽²⁾

Sus arrecifes coralinos son considerados como un hábitat de particular interés, por representar un eslabón importante para la conservación del occidente cubano. Varios autores lo han reconocido como uno de los ecosistemas de arrecifes coralinos mejor conservados y más diversos de Cuba y la región del Caribe. ⁽³⁻⁶⁾ Por tal motivo, en el 2012 se incluye en las redes regionales de áreas marinas protegidas (red de áreas

marinas protegidas del Golfo de México y red de áreas del protocolo SPAW) y en el 2018 fue declarado como un Sitio esperanza (*hope spot*), único de su tipo en Cuba. Esta declaración fue promocionada por *Mission Blue-Sylvia Earle Alliance* en reconocimiento a la conservación del ecosistema arrecifal, su uso sostenible para la actividad turística y la participación de las comunidades locales en la gestión marino-costera.

Antes de la declaración del PNG existía una ausencia casi total de estudios dirigidos a estos ecosistemas, condicionado por la falta de recursos humanos y la logística necesaria para realizar expediciones. No obstante, algunos trabajos publicados por instituciones científicas nacionales mostraron evaluaciones parciales en sitios específicos. ⁽⁷⁻¹⁰⁾ Con la puesta en vigor del primer plan de manejo del PNG para el período 2004-2008 ⁽¹¹⁾ se creó el Programa de investigación científica y monitoreo y el Programa de manejo de recursos naturales.

En los últimos 10 años se han ejecutado diversos proyectos territoriales, nacionales e internacionales dirigidos a completar los vacíos existentes en cuanto al conocimiento marino-costero. Se han podido establecer programas de monitoreo dirigidos a especies claves y a ecosistemas marinos, lo que ha permitido establecer la línea base del área y conocer

su estado de conservación. Se ha contado con la colaboración de diversas instituciones cubanas como el Acuario Nacional de Cuba (ANC), el Centro de Investigaciones Marinas (CIM), el Instituto de Ciencias del Mar (ICIMAR) y el Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP). También han participado instituciones científicas y académicas extranjeras como la Universidad de Oviedo, España; el Colegio de la Frontera Sur, México; el Acuario de la Florida y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México. Además, se ha contado con el apoyo de ONG como Costa Salvaje (México), The Ocean Foundation (Estados Unidos) y Environmental Defense Fund (Estados Unidos).

Actualmente los arrecifes coralinos constituyen el ecosistema marino más estudiado y evaluado con periodicidad en Guanahacabibes. ⁽²⁾ El PNG es considerada como una de las áreas marinas protegidas (AMP) de Cuba con una mayor efectividad de manejo. ⁽²⁾ Sin embargo, contamos con amenazas entre las que se pueden citar: el incremento de la frecuencia e intensidad de eventos naturales (huracanes); efectos del cambio climático (eventos de blanqueamiento de corales continuos por efectos del aumento de las temperaturas); invasión del pez león e incremento de las actividades náuticas (buceo contemplativo y yatismo ligero).

A partir de los resultados e información obtenida se han diseñado y ejecutado diversas acciones y estrategias de ma-

nejo dirigidas a los arrecifes coralinos, que nos permiten ordenar la actividad turística en el AMP, la cual se ha incrementado de manera significativa en los últimos años. También se han aplicado herramientas de manejo como: la zonificación funcional del AMP, regulaciones para la estancia de cruceros y embarcaciones, restauración de arrecifes y control del pez león. Todas en función de la conservación y manejo sostenible de los arrecifes coralinos. El siguiente manuscrito tiene como objetivo realizar una compilación de los principales resultados de los estudios dirigidos a los arrecifes coralinos del PNG.

MÉTODOS

Zona de estudio

La zona de estudio comprendió el litoral sur de la Península de Guanahacabibes, desde Cabo Corrientes (21° 45' N; 84° 30' W) hasta el límite oeste del Cabo San Antonio (21° 52' N; 84° 57' W) (figura 1). Los arrecifes son del tipo costero cuyo perfil característico en su mayoría es de una terraza única que culmina en un escarpe profundo de estructura variada. El mismo abarca todo el sector marino del PNG. ⁽¹²⁾

La heterogénea disposición de la línea de costa a lo largo de toda la península, permite que se manifiesten con diferentes intensidades los fenómenos generadores de oleaje

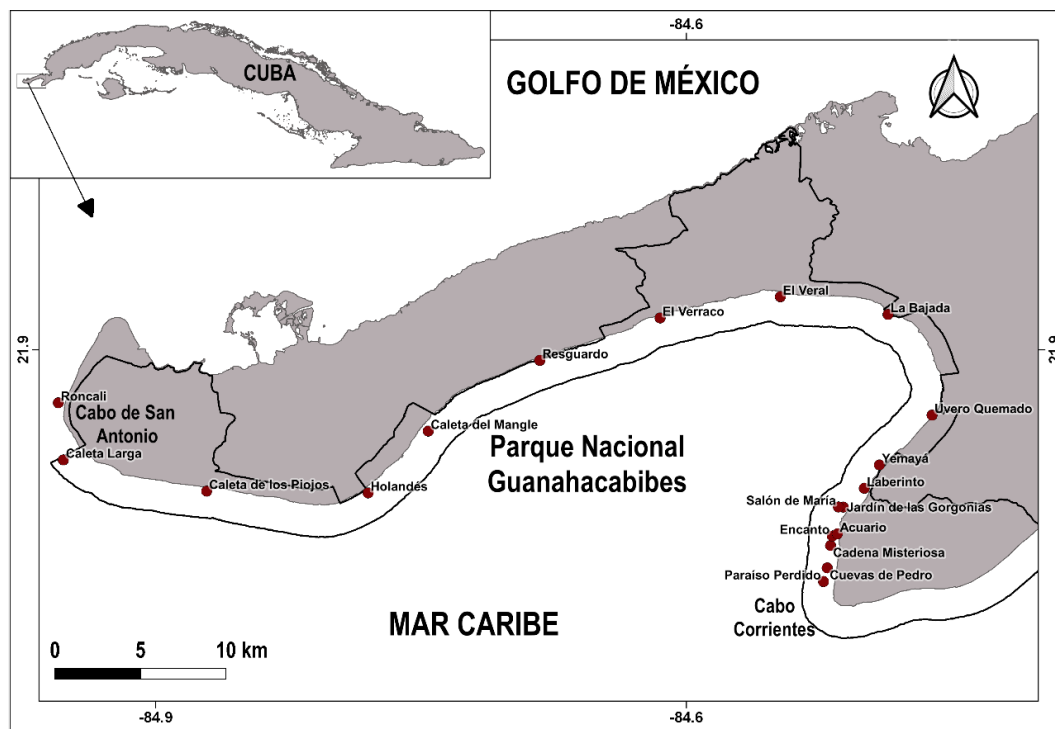


Fig. 1. Ubicación geográfica de los límites del Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba (línea negra) y de los sitios más estudiados en los arrecifes coralinos.

y de efectos de sedimentos (nortes, sures, vientos alisios y huracanes), lo que conduce a diferentes niveles de resguardo de los arrecifes. Los arrecifes situados al este de la Bahía de Corrientes, se encuentran mejor protegidos de los vientos de componente este por su ubicación a sotavento y, en menor medida, de los vientos invernales del norte por el largo brazo de tierra que constituye la Península de Guanahacabibes. ⁽¹³⁾ En ellos las comunidades de corales (cabezos y parches coralinos) se desarrollan desde las profundidades más someras (5 m-7 m), rodeadas de acumulaciones de sedimentos (arena calcárea). En la zona más profunda se observa un gran desarrollo de los camellones, los cuales aparecen formando un umbral, que culmina en un talud casi vertical con abundantes grietas y canales y gran heterogeneidad en su relieve. Mientras que, los arrecifes ubicados en la zona occidental de la península, desde el veral hasta el Cabo San Antonio se encuentran más expuestos a los vientos predominantes del sudeste durante el verano y a los fuertes sures prefrontales y vientos de cuaresma. En ellos las comunidades de corales comienzan a desarrollarse a partir de los 8 m a 12 m, los camellones tienen menor desarrollo estructural y caen con pendiente menos abrupta al final de la plataforma. Además, presentan un relieve más homogéneo con menos irregularidades y accidentes. ⁽¹³⁾

En esta AMP están prohibidas las actividades de pesca comercial, deportiva, recreativa y submarina, según las regulaciones establecidas en su zonificación funcional y de acuerdo a lo determinado por la Ley de Pesca (129 del 2020). El principal uso de esta área marina protegida (AMP) es el buceo recreativo en arrecifes de coral, efectuado por el Centro internacional de buceo María La Gorda. Los 30 puntos de buceo disponibles se ubican entre Cabo Corrientes y Uvero Quemado. La intensidad promedio de buceo varía entre 5 000 y 8000 buzos al año. ⁽²⁾ Dentro del área también se realiza pesca de subsistencia (cordel y anzuelo) por la comunidad de La Bajada en un pequeño sector del AMP (Uvero Quemado-La Bajada), según lo establecido en la zonificación del PNG del Plan de manejo del área.

Metodologías empleadas

A partir del 2004 hasta el 2019 se realizaron diseños de muestreo y campañas de monitoreo, dirigidas a los arrecifes coralinos. Las metodologías utilizadas han sido avaladas y aprobadas por expertos nacionales e internacionales. Se evaluaron las comunidades de corales, ^(14,15) comunidades de peces ⁽¹⁶⁻¹⁸⁾ y pez león. ^(16,17)

Se realizaron inventarios de algas, de esponjas, gorgonias, corales, anémonas, moluscos y crustáceos, según los criterios expuestos y validados por numerosos autores. ⁽¹⁹⁻²⁵⁾

Para la identificación de las especies de peces se utilizaron los trabajos de varios autores ⁽²⁶⁻²⁸⁾ y para la ordenación taxonómica por géneros y especies se siguieron los criterios expuestos en la literatura especializada. ⁽²⁹⁾

Para la restauración se utilizaron metodologías aplicadas exitosamente en otras regiones del Caribe y el mundo. ⁽³⁰⁻³³⁾ Los eventos de blanqueamiento de coral han sido evaluados por las planillas diseñadas por la red de alerta temprana de arrecifes coralinos en Cuba. ⁽³⁴⁾

Las evaluaciones de efectividad de manejo del área protegida se realizan cada año atendiendo a procedimientos estandarizados que forman parte de la metodología establecida para ese fin por el Centro Nacional de Áreas Protegidas. ⁽³⁵⁾ La evaluación se realiza atendiendo a criterios e indicadores distribuidos en cuatro ámbitos o dimensiones: institucional, ambiental, social y económico-financiero. A cada indicador se asocia una escala de valoración que califica su situación, lo que permite tener una evaluación cuantitativa objetiva para realizar comparaciones en el tiempo. Cada uno de los ámbitos o dimensiones es evaluado por un grupo de trabajo interdisciplinario mediante talleres participativos con todos los actores claves que tienen incidencia en el área. Como base para la evaluación se realiza la revisión del Plan de manejo y se analizan informes de expediciones, resultados de monitoreos biológicos, reportes de situación, bases de datos e informes de gestión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los ecosistemas marinos identificados en el PNG los arrecifes de coral han sido los más estudiados en los últimos 15 años. Los resultados se exponen en 36 artículos científicos, de los cuales 21 han sido publicados entre el 2010 y 2019. Se destacan los trabajos dirigidos a las algas, corales, ^(4,12,15) moluscos, ⁽³⁶⁾ peces ^(37,38) y pez león. ^(6,39,40) Además, de estudios dirigidos a servicios ecosistémicos, valoración económica ⁽⁴¹⁾ y efectividad de manejo del AMP. ⁽⁵⁾

Los resultados alcanzados a partir de la ejecución de los programas de investigación y monitoreo han permitido contar con información actualizada para elaborar los planes de manejo del PNG durante los ejercicios de planificación efectuados durante los años 2013 y 2018 y los del área protegida de recursos manejados Península de Guanahacabibes, correspondientes a los años 2012 y 2017. La información adquirida ha aportado los insumos necesarios para elaborar los expedientes para la inclusión del PNG en las redes regionales de áreas marinas protegidas (red de áreas marinas protegidas del Golfo de México y red de áreas del protocolo SPAW, 2012). También, se completó la solicitud para declarar los arrecifes coralinos de la zona de buceo de María la Gorda como sitio *hope spot* en el 2018.

Inventarios de especies marinas

Se han identificado 184 especies de algas de 38 familias.⁽⁸⁾ El análisis por grupos morfofuncionales indica que las algas foliosas dominan principalmente los biotopos de cabezos y camellones de la pendiente arrecifal, mientras que las filamentosas en la explanada.⁽⁸⁾ Hasta la actualidad se han reportado 20 especies de anémonas,⁽⁴²⁾ 26 especies de gorgonias,⁽⁴³⁾ 39 de esponjas⁽⁴⁴⁾ y 42 especies de corales,^(4,12,13) incluyendo el valioso coral negro (*Antyphates* sp).

Uno de los grupos más estudiados han sido los moluscos marinos, cuyo inventario asciende a 1000 especies identificadas (763 gasterópodos, 193 bivalvos, 22 quitones, 13 escafópodos y 9 cefalópodos), lo cual representa el inventario más extenso, completo y actualizado de la malacofauna marina en un AMP o localidad cubana en general,^(26,45,46) incluyendo la descripción de 57 nuevas especies para la ciencia, 78 que tienen su localidad tipo en el área y 100 que constituyen nuevos registros para la fauna de Cuba.⁽⁴⁷⁾ Esta elevada riqueza de moluscos, la gran mayoría con desarrollo larvario planctotrófico, hace evidente la importancia de Guanahacabibes como centro de emisión de larvas de especies antillanas y caribeñas hacia el Golfo de México y los cayos y costas continentales de Norteamérica. Esto confiere al área protegida una relevancia potencial que rebasa las fronteras nacionales.^(26,36,47)

Los crustáceos cubanos es uno de los grupos de invertebrados marinos mejor conocidos. En el caso del PNG se han identificado 82 especies de crustáceos (52 peracáridos y 30 decápodos),⁽⁴⁸⁾ Por otra parte, existe una alta diversidad de peces de arrecifes, registrándose hasta la fecha 201 especies⁽³⁸⁾ y dentro del AMP aparecen dos sitios de desove de especies de alto valor económico correspondientes a las familias Serranidae y Lutjanidae.⁽⁴⁹⁾

A partir de los inventarios de especies se ha podido identificar las especies amenazadas y aquellas que requieren de una protección especial dentro del AMP. Muchas de estas especies se incluyen en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en los anexos del protocolo relativo a las áreas y a la flora y fauna silvestres especialmente protegidas (SPAW) y en la lista roja de la flora y la fauna cubanas que elabora el Centro Nacional de Biodiversidad (CenBio).

Comunidades de corales

A partir de los estudios realizados en el PNG se considera que los arrecifes coralinos se encuentran entre los de condición saludable.⁽¹⁵⁾ Esto se refleja en el valor obtenido para los principales indicadores de la condición de arrecifes, resaltando entre estos la riqueza de especies. Otro indicador que refleja la buena calidad de los arrecifes del PNG son los por-

centajes de cubrimiento vivo de coral observados, los cuales sobrepasan el 20 % del sustrato en muchos de los arrecifes del PNG y por regla general mantienen entre 13 % y 31 %. Los valores de cubrimiento observados en el PNG son similares a los observados en arrecifes coralinos del Caribe con buen estado de conservación (figura 2).⁽⁵⁰⁾ A su vez, la composición por especies refleja alta dominancia de aquellas consideradas como principales formadoras de arrecifes, entre ellas las del complejo *Orbicella* (*O. annularis*, *O. franksi* y *O. faveolata*).⁽⁵¹⁾ La presencia de estas especies es un indicador de la salud y de buenas condiciones naturales que garantizan la resiliencia de los arrecifes.^(4,15) Muchas de estas especies han sufrido alta mortalidad en los arrecifes del Caribe, llegando a desaparecer en algunos de ellos. En los arrecifes del parque se encontraron con frecuencia ejemplares de hasta un metro de diámetro, lo cual indica que aún persisten colonias con resistencia a las alteraciones climáticas globales.⁽⁵²⁾ Existen bajos valores de mortalidad antigua y reciente y poca presencia de enfermedades. El impacto humano en la región es muy limitado, sin embargo, estos arrecifes no están exentos de la degradación que sufren los arrecifes en la región del Caribe, producto a los efectos del cambio climático (huracanes, eventos de blanqueamiento entre otros. En muchos de sus arrecifes predominan especies consideradas oportunistas, con estrategias reproductivas más exitosas y elevadas tasas de reclutamiento, como *Porites astreoides*, *S. siderea* y *A. agaricites*.^(53,54) La composición de reclutas de coral también está dominada por especies oportunistas.⁽⁵⁵⁾ El predominio de estas especies es una tendencia en muchos arrecifes del Caribe.⁽⁵⁶⁾

Las variaciones espaciales de la estructura de las comunidades de corales, expresadas en indicadores como el cubrimiento del sustrato por coral vivo, la talla promedio de colonias de coral y la riqueza de especies, sugieren la presencia de dos grandes regiones sometidas a regímenes generadores de oleaje y sedimentación diferentes.⁽¹⁵⁾ Los arrecifes con mejores indicadores de condición se ubicaron al este de la Bahía de Corrientes, considerada la zona más resguardada, lo cual apoya lo planteado por Storlazzi CD *et al.*⁽⁵⁷⁾ en que los arrecifes más desarrollados con mayor cobertura de coral y mayor diversidad, aparecen en regímenes de baja energía. En esta zona se ubica el Centro Internacional de Buceo María la Gorda. La zona de buceo de María la Gorda posee fama mundial por su extraordinaria belleza, asociada a la estructura tridimensional de gran complejidad creada por los corales que, además, brindan refugio a numerosas especies de peces e invertebrados, muchos de importancia comercial y conservacionista. En la zona más expuesta, entre Veral y Faro Roncali, se encontraron menores valores de cubrimiento vivo de coral (nulos en algunas estaciones someras) y riqueza de especies,

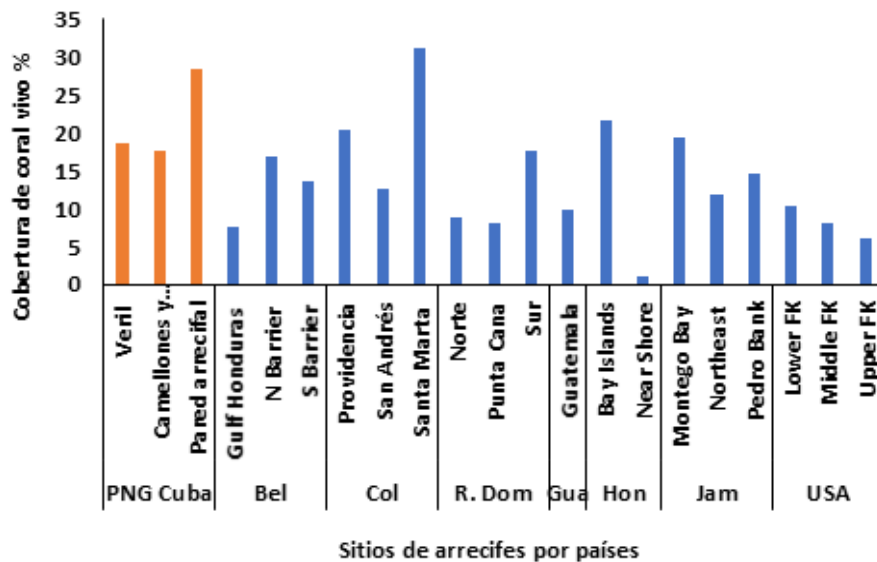


Fig. 2. Valores de cubrimiento vivo de coral en diferentes arrecifes del Caribe.

así como un mayor cubrimiento relativo de especies oportunistas sobre todo en las zonas más someras. Sin embargo, el análisis de los indicadores del PNG en general confirma que sus arrecifes mantienen un buen estado de conservación. ⁽¹⁵⁾

Comunidades de peces

Una característica distintiva de estos arrecifes es su alta riqueza de peces en las pendientes arrecifales, en comparación con la observada en otras regiones de Cuba y del Caribe. ⁽³⁸⁾ Tal diversidad de especies no parece ser solo consecuencia de la protección del parque, sino que resulta principalmente de las prístinas condiciones de los arrecifes del área ubicados en las zonas de conservación. Las actividades antrópicas según los resultados de los estudios no se reportan como nocivas sobre los arrecifes coralinos. La actividad de buceo en general no es extrema y la carga de buzos por sitio es baja.

En el área existen diversos estudios sobre la estructura de las comunidades de peces. ^(38,39) Estos demuestran que el efecto protector del AMP a partir del 2002, ha asegurado la existencia de poblaciones saludables de especies de importancia comercial (meros, pargos, scombridos y jureles) con elevados valores de abundancia y biomasa; garantiza una elevada riqueza y abundancia de peces herbívoros de tallas medianas (Scaridae y Acanthuridae), que juegan un papel fundamental en el control del crecimiento de las algas y la salud de los arrecifes; ^(58,59) y la presencia y abundancia de tiburones y rayas lo que ratifica el alto grado de conservación de estos arrecifes. También, resguarda especies amenazadas como *Epinephelus itajara*, *E. striatus*, *Mycteroperca bonaci*, *Lutjanus*

cyanopterus, *Scarus guacamaia*, *S. coelestinus*, *Hypanus americanus* y *Aetobatus narinari*.

Al comparar los principales indicadores de la ictiofauna obtenidos en el PNG con otros sitios de Cuba, se encontraron valores superiores a los reportados por ⁽⁶⁰⁻⁶²⁾ en el Archipiélago Sabana-Camagüey y en las pendientes del Golfo de Batabanó con similar biotopo. No obstante, en estas 2 zonas no existen umbrales tan altos en los camellones de la pendiente arrecifal, lo cual determina menor complejidad del relieve del fondo y por tanto menor capacidad de refugio para los peces. Por otra parte, estos arrecifes poseen un alto grado de conservación por encontrarse bajo la protección y vigilancia del PNG, donde el acceso de la población es muy limitado, están poco impactados por la contaminación y se encuentran geográficamente protegidos de impactos naturales. Por el contrario, los arrecifes del golfo de Batabanó y en mayor medida los del archipiélago Sabana-Camagüey, se encuentran sometidos a intensa pesca tanto comercial como recreativa. La densidad y biomasa promedios del PNG fueron similares a los encontrados en las pendientes arrecifales del Archipiélago Jardines de la Reina, ⁽⁶¹⁾ también protegido por las disposiciones de la Ley de pesca y declarado como área protegida con la categoría de Parque Nacional.

Pez león y comunidades de peces nativos

Una de las principales problemáticas en los arrecifes coralinos del PNG ha sido la invasión del pez león (*Pterois volitans/miles*), registrado por primera vez a finales del 2009. Desde su detección, el área se involucró en el proyecto "Estudio preliminar de la presencia del pez león en aguas cubanas",

que ejecutó el ANC, con la finalidad de evaluar la distribución, abundancia y biología de la especie en el área durante el período 2010-2013. Después se continuó el diseño de la investigación con el proyecto “Mejorando la prevención, control y manejo de especies exóticas invasoras en ecosistemas vulnerables en Cuba”, durante el periodo 2012-2016.

Las comunidades de peces del PNG cuentan con una población de pez león bien establecida en sus arrecifes coralinos. ⁽⁶⁾ Esta población fue en su mayoría adulta y sus individuos alcanzaron tallas grandes. La misma incrementó en el tiempo con valores máximos de densidad en el 2012 ⁽³⁹⁾ (figura 3), con cifras similares a las reportadas en Bahamas ⁽⁴⁰⁾ y el norte de Carolina. ⁽⁴¹⁾ Esta especie se ubicó entre las más abundantes del PNG a 6 años de su invasión, ⁽⁴²⁾ lo que confirma lo planteado por Labastida E *et al.* ⁽⁶³⁾ quienes enuncian que la expansión geográfica de pez león ha sido rápida y amplia en el Atlántico y Gran Caribe con poblaciones bien establecidas y elevadas densidades, mayores que en su área original de distribución. Por otra parte, las comunidades de peces en el PNG se encuentran conservadas en su conjunto, sin embargo, no ofrecieron resistencia biótica a este invasor. ⁽⁶⁾ Estudios genéticos confirmaron la presencia de *P. volitans* ⁽⁶⁴⁾ en el sur de la Península de Guanahacabibes.

El pez león consume principalmente peces, seguido de crustáceos y presentó un espectro trófico más estrecho, tendiendo a ser piscívoro especialista a medida que aumentó de talla. ⁽³⁹⁾ Las familias de peces dominantes en su dieta fueron *Gobiidae*, *Pomacentridae* y *Labridae* y las principales especies presa (*Stegastes partitus*, *Thalassoma bifasciatum*, *Gramma loreto* y *Halichoeres garnoti*) disminuyeron su abundancia y talla en el tiempo. ⁽⁶⁾ No se registraron juveniles de las especies comerciales (meros y pargos), lo que pudiera ser por la ausencia de pastos marinos y manglares en la zona de estudio. ⁽³⁹⁾

Por otra parte, este invasor incrementó los efectos de depredación en los arrecifes de Guanahacabibes, debido al buen estado de conservación de los mesodepredadores nativos (meros medianos). ⁽⁶⁾ De igual manera, la abundancia de los competidores disminuyó con el incremento del pez león en

el PNG. No se puede descartar que las disminuciones en las abundancias y tallas de las especies presa y competidoras pudieran ser producto de otros factores ambientales o antropogénicos. De igual manera, las diferencias detectadas en los índices de diversidad no parecen estar asociadas al pez león, aún cuando su población se ha incrementado exponencialmente en el PNG en poco tiempo, es probable que los impactos del pez león en la riqueza, diversidad y equidad de las comunidades de peces aún no sean detectables. ⁽⁴²⁾

En estos arrecifes no se encontró relación evidente entre los depredadores potenciales (*Epinephelus striatus*, *Mycteroperca tigris*, *M. bonaci*, *Lutjanus jocu*, *L. analis* y *L. cyanopterus*) y el pez león. ⁽⁶⁾ Aunado a esto, no se observaron evidencias de depredación sobre el pez león durante las observaciones en el arrecife, ni hubo reportes por parte de los pescadores en los estómagos de las especies de importancia comercial. Lo que pudiera indicar que en estas áreas no existe depredación natural sobre el pez león.

Las comunidades de peces en el PNG presentan una elevada riqueza de especies de peces y se encuentran conservadas en su conjunto. ^(37,38) Sin embargo, no ofrecieron resistencia biótica a la invasión del pez león. Coincidiendo con lo observado por Hixon MA *et al.* y Hackerott S *et al.* ^(65,66) los cuales plantean que el éxito del pez león se ha potenciado por la falta de resistencia biótica por parte de las comunidades invadidas en los arrecifes coralinos.

La situación del PNG representa quizás una de las imágenes más claras de la dinámica de invasión local no manipulada del pez león. Hasta agosto del 2015, en esta área no se había realizado ningún manejo del pez león, las capturas realizadas fueron durante las expediciones de monitoreo y solo con fines científicos.

Las investigaciones dirigidas al pez león brindan información general sobre el estado actual de conservación de las comunidades de peces en los arrecifes coralinos del PNG, después de la llegada de esta especie en el 2009. Es el estudio más completo sobre la evolución de una población de pez león en Cuba y aporta nuevos resultados sobre la especie.

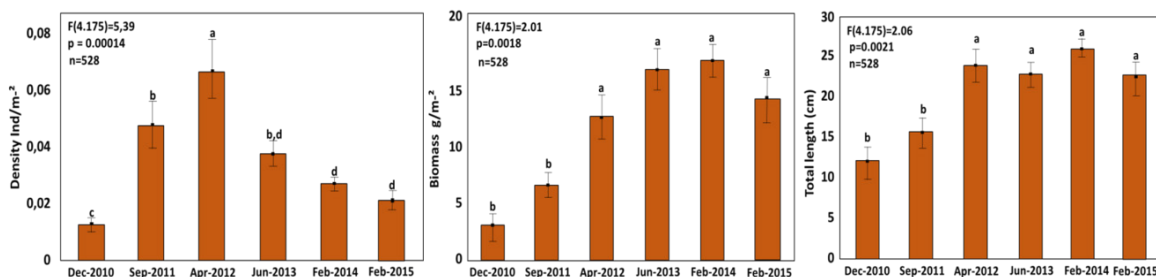


Fig. 3. Densidad media (\pm desviación estándar), biomasa media (\pm DE) y talla total (\pm DE) de pez león en 6 sitios muestreados en el PNG. ⁽³⁹⁾

También, constituye una línea base que permitirá evaluar los impactos de pez león y los cambios en la estructura de las comunidades de peces en un futuro, ya que la invasión es reciente y es probable que sus efectos no sean detectables del todo. La información obtenida, podrá ser utilizada en estudios comparativos con otros sitios de Cuba y regiones del Caribe. Sus resultados y discusiones han facilitado a los administradores del PNG a tomar decisiones correctas de manejo en función de la sostenibilidad de los arrecifes coralinos.

Eventos de blanqueamiento

Desde el 2003 el PNG forma parte de la red de monitoreo voluntariado de alerta temprana de arrecifes coralinos, a la cual tanto especialistas del parque como buzos del Centro Internacional de Buceo (CIB) María la Gorda han contribuido con las evaluaciones realizadas. Mediante la metodología implementada se estiman los porcentajes de corales con signos de blanqueamiento aplicando una escala de abundancia visual semicuantitativa. ⁽³⁴⁾

Históricamente durante la época de verano en el AMP del parque se observan eventos de blanqueamiento en las comunidades de corales, debido al incremento de las temperaturas. Estos eventos se observan en todos los hábitats de arrecifes (parches y cabezos coralinos, camellones y cangilones, veril y pared arrecifal). Los géneros más afectados son *Agaricia sp* y *Orbicella sp*, de las cuales se ha reportado más del 50 % de las colonias afectadas. Los eventos de blanqueamiento más intensos en los arrecifes del PNG han ocurrido durante los años 2006, 2007, 2009, 2015 y 2019. ⁽⁶⁷⁻⁷¹⁾ El 2019 fue el año el más crítico de todos, donde la afectación de las colonias de corales por blanqueamiento persistió hasta el mes de octubre donde se registraron más del 75 % de colonias afectadas parcial o totalmente, en comparación con el mes de septiembre donde se detectaron del 50 % al 75 % colonias afectadas. El género más afectado fue *Agaricia spp.*, género dominante en estos arrecifes. Durante este evento, la pared arrecifal presentó un mayor número de colonias blanqueadas sobre todo a más de 15 m. Un aspecto a destacar es que la temperatura del agua que se registró por primera vez entre 30 °C y 32 °C durante los meses de agosto y septiembre.

Los monitoreos realizados históricamente en el área, han demostrado que la mayoría de las colonias afectadas por este evento son capaces de recuperarse, lo que demuestra el alto poder de resiliencia de los arrecifes de la zona. ⁽¹⁵⁾ No obstante, si estos eventos son muy repetitivos, intensos o se mantienen en el tiempo pudieran provocar la muerte a los corales. Igualmente, la incidencia de otros impactos como sedimentación, contaminación, huracanes, o actividad intensa de buceo, pueden hacer sinergia con el blanqueamiento y provocar que

las colonias pueden tardar más en recuperarse e incluso morir. La acción de manejo principal durante estos eventos para el caso del PNG es disminuir la presión del buceo sobre los sitios más impactados, incluso llegar a cerrar estos en caso necesario. Además, de incrementar los monitoreos durante esta época para proveer una información adecuada a los manejadores de los recursos naturales y a los tomadores de decisiones, sobre los impactos inminentes del cambio climático con el fin de reducir las amenazas a los arrecifes coralinos y a las comunidades locales.

Restauración de arrecifes coralinos

Los arrecifes coralinos del PNG han disminuido su cobertura de coral vivo en los últimos años. Las causas de la mortalidad de los corales han sido tanto de origen natural como antrópicas, provocadas fundamentalmente por los efectos del cambio climático, con un incremento del paso de intensos huracanes, eventos de blanqueamiento, así como un aumento significativo de las actividades de buceo y náuticas que se realizan en el área desde la década de los 90. Esto se evidencia en la disminución de un 20 % del cubrimiento de sustrato por coral vivo en algunos sitios de buceo. ^(15,55)

Desde el 2015 el ANC de conjunto con el PNG, el CNAP y el CIB María la Gorda, implementan un proyecto de restauración de corales en la zona de buceo, ubicada dentro de los límites del PNG. Este proyecto se centra en la propagación de la especie *Acropora cervicornis*, la cual ha sido reconocida en peligro crítico por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

En febrero del 2017, biólogos marinos del Acuario de la Florida, el ANC, el CNAP, el PNG y buzos del CIB, instalaron un vivero de coral en la zona marina del PNG. Esta zona tiene todos los requerimientos para hospedar viveros de coral ya que existen poblaciones naturales de *A. cervicornis*, y estas permiten la obtención de colonias donantes. Fueron ensambladas 22 estructuras en profundidades de 6 m a 10 m, cada una cuenta con 60 fragmentos de coral. Por lo que crecen exitosamente 1320 fragmentos de *A. cervicornis*.

Este proyecto involucra a la comunidad científica, buzos del CIB y a grupos de buzos extranjeros que visitan a la península, todos contribuyen al mantenimiento del vivero y a la restauración de los arrecifes. Las primeras acciones de restauración al arrecife natural se realizaron en los sitios de buceo más impactados por las actividades náuticas (Laberinto y Cabezo de Marcel). Fueron trasplantadas más de 100 colonias de *A. cervicornis*, actualmente más del 60 % de estas colonias se encuentran saludables. En el 2019 fueron trasplantados en el sitio de buceo Cuevas de Pedro 500 fragmentos de 5 cm, el cual fue impactado por el huracán Michael en el 2018. En

un monitoreo reciente se registró que más del 50 % de los fragmentos se encuentran saludables. Actualmente existen aproximadamente 1000 m² de arrecifes restaurados entre los 3 sitios mencionados.

La restauración directa en los arrecifes del PNG, está contribuyendo a la conservación y al mantenimiento de una elevada diversidad y abundancia de organismos marinos a nivel local. También favorece a que el área continúe como un centro dispersor de larvas de esta especie amenazada. Desde el punto de vista económico, esta restauración mantiene el atractivo y el valor de los puntos de buceo. Lo anterior mantendrá o incrementará las visitas a Guanahacabibes, generando importantes ingresos al país.

Los arrecifes coralinos de la Península de Guanahacabibes han disminuido su cobertura de coral vivo en los últimos años. Las causas de la mortalidad de los corales han sido tanto de origen natural como antrópicas, provocadas fundamentalmente por los efectos del cambio climático, con un incremento del paso de intensos huracanes, eventos de blanqueamiento, así como un aumento significativo de las actividades de buceo y náuticas que se realizan en el área desde la década de los 90. Esto se evidencia en la disminución de un 20 % del cubrimiento de sustrato por coral vivo en algunos sitios de buceo. ^(37,55)

Torneos internacionales de pesca de pez león

A partir del 2015 se celebra en el PNG el torneo internacional de pesca de pez león, único de su tipo en Cuba. ⁽⁷²⁻⁷⁶⁾ Este evento es organizado por el ANC, el PNG, el CIB María la Gorda (Marinas Gaviota) y el CNAP. El CIB María la Gorda de

Marinas Gaviota ha sido sede en los cinco torneos realizados en la península. Este centro turístico proporciona la logística necesaria para la ejecución del programa de actividades. Dentro de los objetivos principales del torneo se encuentran: Controlar el pez león a través de capturas masivas por buzos de las comunidades locales, buzos del CIB María la Gorda y buzos extranjeros y promover el consumo de esta especie por las comunidades locales.

Durante los 5 torneos se han capturado 660 individuos de pez león en la modalidad de buceo libre y buceo autónomo, con la participación de 103 pescadores (figura 4). Hasta el momento las capturas se han realizado en un pequeño sector (Yemayá-Dársena) del AMP. A todos los individuos capturados se les toman medidas morfométricas y son diseccionados para realizar los análisis de contenido estomacal. Estos datos se adicionan a los estudios que realiza el área protegida sobre esta especie invasora y su impacto sobre las especies nativas.

También se realiza la competencia culinaria donde se elaboran recetas de cocina a partir de los peces capturados, en la cual participan representantes de la comunidad local, visitantes extranjeros y miembros de las instituciones participantes. Se han elaborado más de 75 recetas de pez león con una gran aceptación por el público, motivando de esta forma el consumo local de este invasor.

En el marco de estos eventos se desarrollan actividades de educación ambiental, talleres de restauración y buceo, dirigidos a todos los participantes del torneo (comunidades locales de todos los grupos etarios), buzos de María la Gorda, buzos extranjeros y especialistas de las diferentes institucio-

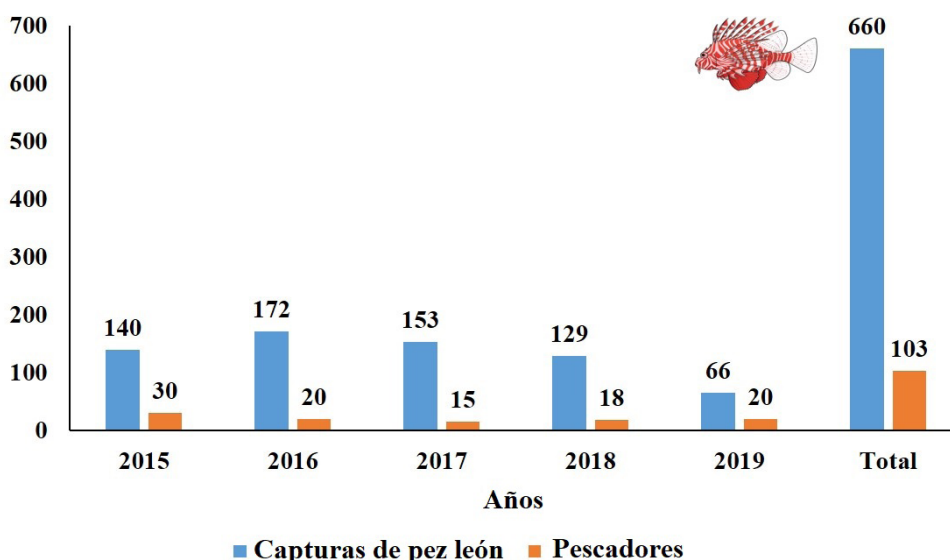


Fig. 4. Capturas de pez león durante los torneos de pesca de pez león en el Parque Nacional Guanahacabibes.

nes participantes. Estos torneos de capturas masivas son un ejemplo al control de especies invasoras y contribuyen directamente a la conservación de los arrecifes coralinos del PNG y la región.

Herramientas, estrategias y regulaciones dirigidas a las actividades turísticas desarrolladas en los arrecifes coralinos

En los últimos 10 años se aprecia un crecimiento sostenido en la cantidad de visitantes extranjeros que arriban al área para realizar buceo contemplativo y otras actividades náuticas. En ese periodo el número de buzos se ha incrementado de unos 10 000 en el 2009 a más de 15 000 en el 2018 (aún no se sobrepasa la capacidad de carga establecida para cada punto de buceo). También en la etapa creció el número de visitantes que arribaron a la península de Guanahacabibes por vía marítima. En el año 2016 el área recibió la visita de 51 cruceros que transportaron más de 12 000 pasajeros (más del 95 % de estos visitantes solo hicieron uso de los senderos terrestres del PNG). Un crecimiento significativo se ha verificado también en la cantidad de visitantes que llegan a las zonas de baño en el sector desde La Bajada hasta María la Gorda. Esta área acoge cada año unas 30 000 personas, principalmente nacionales. ⁽¹⁾

El Plan de manejo ⁽²⁾ cuenta con diversas estrategias y regulaciones que nos permiten ordenar la actividad turística en el AMP. Dentro de estas herramientas de manejo se encuentran: la zonificación funcional del AMP del PNG (figura 5), las

regulaciones para evitar impactos por encallamientos, lanzamiento de anclas y vertimientos de contaminantes y acciones de manejo en caso de ocurrir impactos y regulaciones para la estancia de cruceros y embarcaciones de mediano y pequeño porte. Estas acciones de manejo contribuyen a la conservación de los arrecifes coralinos en el PNG.

Desde la creación del PNG en el año 2001, ⁽¹¹⁾ su primer Plan de manejo incluyó el diseño de la zonificación funcional del AMP (actualizado cada 5 años), teniendo en cuenta los ecosistemas costeros, recursos marinos, sus valores y usos en la Península de Guanahacabibes. Esta zonificación se ha ido modificando a partir de nuevas actividades turísticas y el incremento de los visitantes al área protegida. El área cuenta con zonas no extractivas (zona de conservación estricta, zona de no pesca, zona de baño, zona de buceo contemplativo y zona administrativa) y zonas extractivas (zona de pesca de subsistencia). Cada zona está bien limitada y cuenta con regulaciones específicas.

Una de las acciones que más ha contribuido a la conservación de los arrecifes coralinos es la colocación de 42 boyas de amarre en la costa sur de la península. En el 2012 se colocaron 27 boyas para las actividades de buceo contemplativo y *snorkel* en la zona de buceo, con el apoyo del proyecto Archipiélagos del Sur. En el 2016 hubo un incremento significativo de visitantes y de las actividades náuticas en el AMP, por lo que se creó una nueva zona: Zona de estancia para cruceros y embarcaciones de mediano, pequeño porte y megayates, según el Ordeno 49/2016 emitido por el Distrito de seguridad e

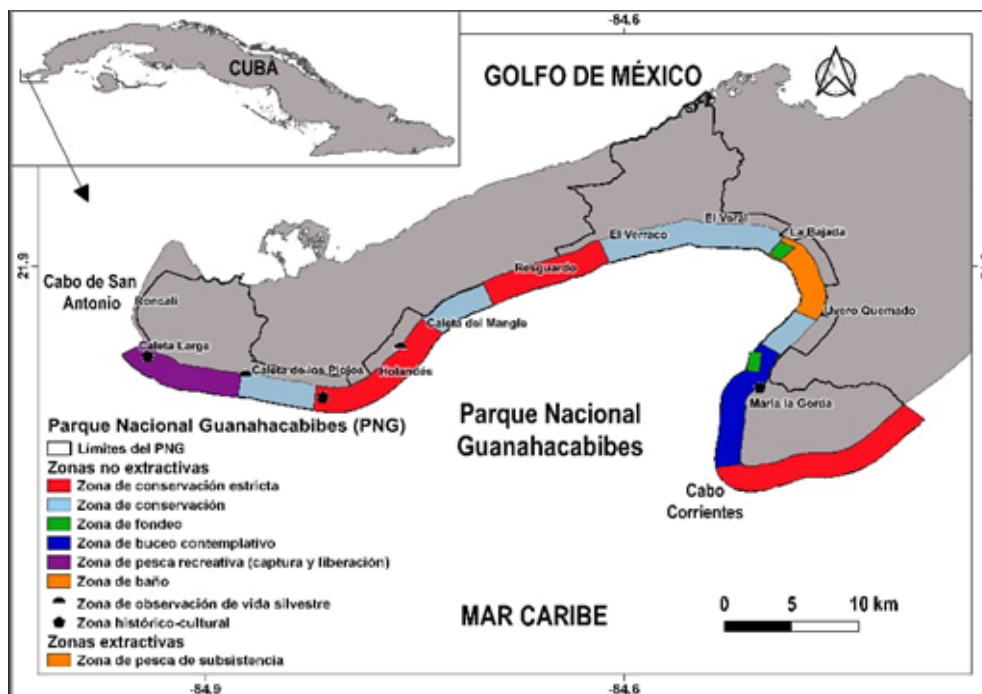


Fig. 5. Zonificación funcional del área marina protegida Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba.

inspección marítima de occidente del Ministerio de transporte. En el 2018 se colocaron 8 boyas de amarre para el yatismo ligero, 2 boyas para megayates y 5 boyas para los barcos de buceo que opera el CIB en otro sector marino. Las 10 boyas de la zona de fondeo internacional regulan la capacidad de carga permitida para embarcaciones extranjeras dentro de los límites del PNG.

Efectividad de manejo del Parque Nacional de Guanacabibes

En los últimos 10 años el área protegida ha realizado evaluaciones anuales de la efectividad de manejo a partir de la metodología implementada por el Sistema nacional de áreas protegidas de Cuba, ⁽³⁶⁾ lo cual permite contar con una secuencia ininterrumpida de valores que posibilita medir la evolución de la efectividad en sus 4 ámbitos o dimensiones. En el periodo señalado los valores de efectividad de manejo oscilaron entre 75,8 % del valor óptimo en el 2010, lo que califica como manejo medianamente satisfactorio, hasta obtener 82,7 % del valor óptimo en el 2019, lo que significa que el área ha alcanzado un manejo satisfactorio. Este resultado indica que los actores y medios que posibilitan el manejo del área están siendo atendidos adecuadamente y las actividades necesarias se desarrollan normalmente y con buenos resultados. ⁽²⁾ En consecuencia, la permanencia del área protegida está garantizada, por cuanto hay un equilibrio dinámico entre todos los ámbitos y todo el conjunto tiende normalmente hacia el cumplimiento de los objetivos de manejo. Por otra parte, la dimensión ambiental varió entre 77,1 % del valor óptimo en el año 2010, hasta alcanzar 88,7 % en el 2019. Estos valores indican que durante todo el periodo en el área se realizó un manejo satisfactorio en la dimensión ambiental.

Los resultados obtenidos en la valoración de los indicadores del ámbito ambiental reflejan que en la zona marina del PNG los usos que se hacen de los recursos del área son compatibles con los objetivos de manejo y están basados en criterios técnicos y evaluaciones científicas. ⁽²⁾

El área protegida conserva muestras representativas de los ecosistemas, así como rasgos naturales relevantes y contribuye a conservar comunidades, poblaciones biológicas y especies claves. ^(37,38,60) Se dispone de inventarios biológicos actualizados con atributos de distribución, endemismo y categoría de amenaza. ^(12,26,38) También, se identifican las amenazas antrópicas y naturales hacia los ecosistemas. El Plan de manejo cuenta con programas de manejo para la prevención y mitigación de especies exóticas invasoras y su aplicación es efectiva. ⁽²⁾

Las evaluaciones de efectividad de manejo permiten determinar que la gestión del AMP influye positivamente en el bienestar de las poblaciones residentes en ella y en su entor-

no y se evalúa como positivo el nivel de compromiso y participación de las comunidades locales en la planificación y en acciones de manejo especialmente dirigidas a programas de monitoreo y de protección coordinada del área. La administración y los actores del área protegida cuentan con mecanismos efectivos para la resolución de conflictos.

Los programas de investigación, monitoreo y manejo para la conservación y uso sustentable de los arrecifes coralinos en el PNG han permitido ampliar el conocimiento sobre este ecosistema y definir la línea de base ambiental. Se actualizó la información para los planes de manejo del PNG. Además, ha sido posible identificar los impactos antrópicos y naturales a los que están sometidos los arrecifes de coral, facilitando así el diseño de acciones para la conservación, manejo y uso sostenible de este ecosistema. El éxito de este AMP se debe a su excelente administración, la participación de diversas instituciones locales y nacionales en las actividades de investigación, monitoreo y manejo, y la participación sistemática de los habitantes de las comunidades locales. Tener información actualizada ha favorecido la inclusión de los arrecifes de coral de GNP en las redes regionales de AMP y ha permitido que Mission Blue lo declare como un ecosistema ecológicamente único.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CECM. Acuerdo 4262 de 14 de diciembre de 2001. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Edición Ordinaria de 18 de diciembre de 2001;XCIX(88):1769-86.
2. Márquez L, Cobián D, Camejo JA, Linares JL, Borrego O, Sosa A, Varela R. Plan de Manejo del Parque Nacional Guanacabibes 2019-2023. Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales ECOVIDA, CITMA, 2018; 312 p.
3. Alcolado MP, Martínez Daranas B, Menéndez Macía G, del Valle R, Hernández M. y García T. Rapid assessment of coral communities of María la Gorda, southeast Ensenada de Corrientes, Cuba (part 1: stony corals and algae). Pp. 268-277. En: Status of Coral Reefs in the Western Atlantic: Results of Initial Surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA), Judith C. Lang (ed.). Program. Atoll. Res. Bull. 2003; 496:630 p.
4. Caballero H, González S, Cobián D, Álvarez S y Alcolado P. Evaluación AGRRA del bento en diez sitios de buceo de María la Gorda, Bahía de Corrientes, Cuba. Rev. Invest. Mar. 2007;28(2):131-8.
5. Perera Valderrama S, Hernández Ávila A, Ferro Azcona H, Cobián Rojas D, González Méndez J, Caballero Aragón H, ... & Lara A. Increasing marine ecosystems conservation linking marine protected areas and integrated coastal management in southern Cuba. Ocean & Coastal Management 2020;196:105300.
6. Cobián Rojas D, Schmitter Soto JJ, Betancourt CMA, Aguilar Perra A, Ruiz Zárate MÁ, González Sansón G, ... & Guerra D. The community diversity of two Caribbean MPAs invaded by lionfish does not support the biotic resistance hypothesis. Journal of Sea Research, 2018;134:26-33.
7. Claro R, Cantelar K. Rapid assessment of the coral communities of María la Gorda, Southeast Ensenada de Corrientes, Cuba (Part 2: reef fishes). Atoll Research Bulletin 2003;496:278-93.

8. Valdívía A, de la Guardia E, Armenteros M, González P, Suárez AM, Aguilar C & González Sansón G. Inventario de los componentes más comunes de la flora y la fauna de algunos arrecifes coralinos de la Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba. *Rev. Inv. Mar.* 2004;25(2):113-21.
9. Lalana R, Ortiz M, & Varela C. Crustáceos (Arthropoda: Crustacea) de la playa María la Gorda, costa sur de la península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba. *Biología.* 2007;21(1-2):79-82.
10. De la Guardia E, Valdívía A, & González Díaz P. Estructura de comunidades bentónicas en la zona de buceo de María la Gorda, Ensenada de Corrientes, sureste de la Península de Guanahacabibes, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 2004;25(2):103-11.
11. Márquez L, Cobián D, Camejo JA, Linares JL, Borrego O, Sosa A, Varela R. Plan de Manejo del Parque Nacional Guanahacabibes 2004-2008. Documento no publicado. Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales ECOVIDA, CITMA. 2003: 278 p.
12. González-Ferrer S, Caballero H, Alcolado PM, Jiménez A, Martín F. & Cobián D. Diversidad de corales pétreos en once sitios de buceo recreativo de María la Gorda, Cuba. *Rev. Inv. Mar.* 2007;28(2):121-30.
13. Perera S. Influencia de la exposición a vientos generadores de oleaje sobre comunidades de corales pétreos del Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Cuba. 2010.
14. AGRRA. The AGRRA Rapid Assessment Protocol. Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment Methodology. [internet] 2009 [Recuperado 17 abr 2009] Disponible en <https://www.agrra.org/index.html>
15. Perera Valderrama S, Alcolado PM, Caballero Aragón H, de la Guardia Llansó E, Cobián Rojas D. Condición de los arrecifes coralinos del Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. *Rev Ciencias Mar y Costeras.* 2013;5:69-86.
16. Brock VE. A preliminary report on a method of estimating reef fish populations. *The Journal of Wildlife Management.* 1954;18(3):297-308.
17. Bohnsack JA y Harper DE. Length-weight relationships of selected marine reef fishes from the southeastern United States and the Caribbean. 1988.
18. Pina Amargós F, Cobián Rojas D. y Martínez J. Protocolo para el monitoreo de la ictiofauna en arrecifes coralinos. Proyecto GEF/PNUD Aplicación de un enfoque regional al manejo de las áreas marinas-costeras protegidas en la Región de los Archipiélagos del Sur de Cuba. La Habana. Cuba. 2013;23 p. ISBN: 978-959-287-040-6.
19. Littler MM, & Littler DS. The evolution of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae: field and laboratory tests of a functional form model. *The American Naturalist.* 1980;116(1):25-44.
20. Zlatarski VN, Martínez Estalella N, & Jablensky B. Les Scléractiniaires de Cuba avec des données sur les organismes associés. 1982.
21. García Parrado P, & Alcolado PM. Catálogo de los Octocorales (Cnidaria) de Cuba, con comentarios sobre su taxonomía. *Avicennia.* 1996;4(5):41-45.
22. Alcolado P. Catálogo de esponjas de Cuba. *Avicennia.* 2002;15:53-72.
23. Lalana R, Ortiz M, & Varela C. Lista actualizada y bibliografía de los celenterados (Cnidaria) y los ctenóforos (Ctenophora), de aguas cubanas. *Rev. Biol.* 2001;15(2):158-69.
24. Rathbun MJ. Los cangrejos cancroides de América de las familias Euryalidae, Portunidae, Atelecyclidae, Cancridae y Xanthidae. *Boletín del Museo Nacional de Estados Unidos.* 1930.
25. Ortea J, Moro L, & Espinosa J. Descripción de dos nuevas especies de *Philineopsis* Pease, 1860 (Mollusca: Opisthobranchia: Cephalaspidea) de Cuba y Bahamas con comentarios sobre las especies atlánticas del género. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias.* 2007;18(4):33-52.
26. Guitart D. Sinopsis de los peces marinos de Cuba, Instituto de Oceanología, Academia de Ciencias de Cuba. 1974-1978; T-4: 881 p.
27. Bohlke JE. Y Chaplin CG. *Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters.* University of Texas Press, Austin, 1993. Segunda Ed. xlviii-769 p.
28. Eschmeyer WN. *Catalog of fishes.* Special Publication. California Academy Science, San Francisco. 1998;3-V. 2905 p.
29. Nelson JS. Crossman EJ, Espinosa Pérez H, Findley LT, Gilbert CR, Lea RN y Williams JD. *Common and scientific names of fishes from the United States, Canada and Mexico.* Sixth Edition. Am. Fish. Soc. Special Publ. 2004; 29, 386 p.
30. Edwards A, Clark S. Coral Transplantation: A Useful Management Tool or Misguided Meddling? *Mar Poll Bull.* 1998;37:474-87.
31. Edwards AJ, & Gomez ED. Reef restoration concepts and guidelines: making sensible management choices in the face of uncertainty. 2007
32. Edwards AJ. Reef rehabilitation manual. Coral reef targeted research & capacity. 2010.
33. Johnson ME, Lustic C, Bartels E, Baums IB, Gilliam DS, Larson L, Lirman D, Miller MW, Nedimyer K, Schopmeyer S. Caribbean Acropora restoration guide: best practices for propagation and population enhancement. The Nature Conservancy, Arlington, VA. 2011.
34. Jones L, Alcolado PM, Cala Y, Cobián D, Coelho VR, Hernandez A, & Manfrino C. The effects of coral bleaching in the northern Caribbean and western Atlantic. 2008.
35. CNAP, 2014 Metodología para el monitoreo de la Efectividad de Manejo en las Áreas Protegidas de Cuba. Centro Nacional de Áreas Protegidas, 2014.
36. Espinosa J, Ortea J, Fernández R y Moro L. Adiciones a la fauna de moluscos marinos de la península de Guanahacabibes (I), con la descripción de nuevas especies. *Avicennia.* 2007;19:63-88.
37. Cobián D y Chevalier Monteagudo PP. Evaluación de las asociaciones de peces de los arrecifes coralinos del Centro Internacional de Buceo María la Gorda, Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. *Rev. Mar. y Cos.* 2009;1:111-25.
38. Cobián D, Claro R, Chevalier PC, Perera S, Caballero H. Estructura de las asociaciones de peces en los arrecifes coralinos del Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. *Revista Ciencias Marinas y Costeras.* 2011;3:153-69.
39. Cobián Rojas D, Chevalier Monteagudo PP, Schmitter Soto JJ, Corrada Wong RI, Salvat Torres H, Cabrera Sansón E, García Rodríguez A, Fernández Osorio A, Espinosa Pantoja L, Cabrera Guerra D, Pantoja Echevarría LM, Caballero Aragón, H, Perera Valderrama S. Density, size, biomass, and diet of lionfish in Guanahacabibes National Park, western Cuba. *Aquat Biol.* 2016; 24: 219-26. DOI: <https://doi.org/10.3354/ab00651>
40. Cobián D, Schmitter Soto JJ, Alfonso Aguilar A, Aguilar Betancourt C, Ruiz Zarate M, González Sansón G, Chevalier Monteagu-

- do PP, García Rodríguez A, Herrera Pavón R, Perera Valderrama S, Caballero Aragón H, de la Guardia Llansó E. Diversidad de las comunidades de peces en dos áreas marinas protegidas del Caribe y su relación con el pez león. *Rev. Biol. Trop.* 2018;66(1):189-203.
41. Ferro Azcona H, Gómez G, González A, Calderín A, Lizano B, Acosta Rodríguez O, Cobián Rojas D, Vázquez Y. Valoración económica ambiental de los vínculos entre los servicios ecosistémicos marino-costeros del Parque Nacional Guanahacabibes y la comunidad La Bajada. *Áreas protegidas y comunidades humanas. Una mirada desde el sur.* 2014; 190.
 42. Ocaña O, Moro L, Ortea J, Espinosa J, & Caballero M. Guía visual de la biodiversidad marina de Guanahacabibes. I. Anémonas (Anthozoa: Actiniaria, Corallimorpharia, Ceriantharia y Zoanthidae). *Avicennia.* 2007;19:129-38.
 43. Hernández D y Alcolado P. Inventario de los octocorales de los arrecifes coralinos de sotavento en María La Gorda, Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. Proyecto: Evaluación del impacto antropogénico y propuestas de manejo ambiental en los arrecifes coralinos del Centro Internacional de Buceo María la Gorda, código 0232, ECOVIDA, CITMA. 2006.
 44. Marcos Z. Esponjas Marinas de la Zona de Buceo de María la Gorda. Proyecto: Evaluación del impacto antropogénico y propuestas de manejo ambiental en los arrecifes coralinos del Centro Internacional de Buceo María la Gorda, código 0232, ECOVIDA, CITMA. 2006.
 45. Ortea J, Espinosa J, & Moro L. Nueva especie y nuevos registros de dóridos (Gastropoda: Heterobranchia: Doridina) para la isla de Cuba. *Avicennia.* 2017;20:1-6.
 46. Espinosa J & Ortea J. Una nueva especie del género *Neritilia* von Martens, 1879 (Gastropoda: Neritiliidae) de la Península de Guanahacabibes, Cuba, con una lista de taxones recientes en el área protegida. 2018.
 47. Espinosa J, Ortea J, Sánchez R & Gutiérrez J. Moluscos marinos Reserva de la Biosfera de la Península de Guanahacabibes. Instituto de Oceanología, La Habana. 2012.
 48. Ortiz M, & Lalana R. Nuevos aportes sobre los crustáceos de la península de Guanahacabibes, Cuba/New data on the crustaceans of the Peninsula of Guanahacabibes, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas.* 2011;30(3):241-3.
 49. Claro R, Lindeman KC, Parenti LR. Ecology of the Marine Fishes of Cuba. Washington DC: Smithsonian Institution. 2001.
 50. Jackson EL, Davies AJ, Howell KL, Kershaw PJ, & Hall-Spencer JM. Future-proofing marine protected area networks for cold water coral reefs. *ICES Journal of Marine Science.* 2014;71(9):2621-9.
 51. Porto Hannes I, Zubillaga AL, Shearer TL, Bastidas C, Salazar C, Coffroth MA, & Szmant AM. Population structure of the corals *Orbicella faveolata* and *Acropora palmata* in the Mesoamerican Barrier Reef System with comparisons over Caribbean basin-wide spatial scale. *Marine Biology.* 2015; 162(1):81-98.
 52. Perera Valderrama S, Hernández Arana HA, Ruiz Zárate MÁ, Alcolado PM, Caballero Aragón H, González Cano J, Vega Zepeda A, Cobián Rojas D. Condition assessment of coral reefs of two marine protected areas under different regimes of use in the north-western Caribbean. *Ocean Coast Manag.* 2016; 127:16-25.
 53. Yakob L y Mumby PJ. Climate change induces demographic resistance to disease in novel coral assemblages. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 2011;108(5):1967-9.
 54. Perry CT, Steneck RS, Murphy GN, Kench PS, Edinger EN, Smithers SG y Mumby PJ. Regional scale dominance of non framework building corals on Caribbean reefs affects carbonate production and future reef growth. *Global Change Biology.* 2015;21(3):1153-64.
 55. Álvarez Filip L, Cote IM, Gill JA, Watkinson AR y Dulvy NK. Region wide temporal and spatial variation in Caribbean reef architecture: is coral cover the whole story? *Global Change Biology.* 2011;17(7):2470-7.
 56. Perera Valderrama S, Hernández Arana H, Ruiz Zárate MÁ, Alcolado PM, Caballero Aragón H, González Cano J, Cobián Rojas D & Hernández González Z. Temporal dynamic of reef benthic communities in two marine protected areas in the Caribbean. *Journal of Sea Research.* 2017;128:15-24.
 57. Storlazzi CD, Ogston AS, Bothner MH, Field ME y Presto MK. Flujo impulsado por olas y mareas y flujo de sedimentos a través de un arrecife de coral periférico: Molokai meridional, Hawái. *Investigación de la plataforma continental.* 2004;24(12):1397-419.
 58. Cabrera Guerra D, Chevalier Monteagudo PP, Cobián Rojas D, Corrada Wong, R I, Fernández Osoria RA, Caballero Aragón H, & Campos Verdecia K. Variación espacio-temporal de los peces herbívoros (Acanthuridae y Scaridae) en dos localidades arrecifales de Cuba con diferentes niveles de conservación. 2018.
 59. Durán A & Claro R. Actividad alimentaria de los peces herbívoros y su impacto en arrecifes con diferente nivel de degradación antártica. *Revista de Biología Tropical.* 2009;57(3):687-97.
 60. Claro R, & García Arteaga JP. Crecimiento. Ecología de los peces marinos de Cuba. Instituto de Oceanología Academia de Ciencias de Cuba and Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO), México. 1994;321-402.
 61. Claro R, Lindeman KC, Parenti LR. Ecology of the Marine Fishes of Cuba. Washington DC: Smithsonian Institution. 2001.
 62. Claro, R. La biodiversidad marina de Cuba. 2006.
 63. Green SJ, & Côté IM. Record densities of Indo-Pacific lionfish on Bahamian coral reefs. *Coral Reefs.* 2009;28(1):107.
 64. Labastida E, Cobián D, Hénaut Y, del Carmen García-Rivas M, Chevalier PP & Machkour-M' Rabet S. The use of ISSR markers for species determination and a genetic study of the invasive lionfish in Guanahacabibes, Cuba. *Latin American Journal of Aquatic Research.* 2015.43(5):1011-8.
 65. Hixon MA, Green SJ, Albins MA, Akins JL y Morris Jr JA. Pez león: una gran invasión marina. *Serie del progreso de la ecología marina.* 2016;558:161-5.
 66. Hackerott S, Valdivia A, Green SJ, Côté IM, Cox CE, Akins L, ... & Bruno JF. Native predators do not influence invasion success of Pacific lionfish on Caribbean reefs. *PLoS one.* 2013;8(7):e68259.
 67. Alcolado P. Reporte de blanqueamiento de corales del año 2006 en Cuba. Red de Monitoreo Voluntario de Alerta Temprana de Arrecifes Coralinos. Proyecto PNUD/GEF Sabana-Camagüey. 2006.
 68. Alcolado P. Reporte de blanqueamiento de corales del año 2007 en Cuba. Red de Monitoreo Voluntario de Alerta Temprana de Arrecifes Coralinos. Proyecto PNUD/GEF Sabana-Camagüey. 2007.
 69. Alcolado P. Reporte de blanqueamiento de corales del año 2009 en Cuba. Red de Monitoreo Voluntario de Alerta Temprana de Arrecifes Coralinos. Proyecto PNUD/GEF Sabana-Camagüey. 2009.

70. Cobián D. Reporte de blanqueamiento de corales del año 2015 en el Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. 2015.
71. Cobián D. Reporte de blanqueamiento de corales del año 2019 en el Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. 2019.
72. Chevalier P y Cobián D. Reporte sobre el I torneo de pesca de pez león en el Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. 2015.
73. Chevalier P y Cobián D. Reporte sobre el II torneo de pesca de pez león en el Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. 2016.
74. Chevalier P y Cobián D. Reporte sobre el III torneo de pesca de pez león en el Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. 2017.
75. Chevalier P y Cobián D. Reporte sobre el IV torneo de pesca de pez león en el Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. 2018.
76. Chevalier P y Cobián D. Reporte sobre el V torneo de pesca de pez león en el Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. 2019.

Recibido: 28/05/2021

Aprobado: 30/08/2021

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Dorka Cobián Rojas, Lázaro Márquez Llauger, Pedro Pablo Chevalier Monteagudo, Susana Perera Valderrama, Hansel Caballero Aragón

Curación de datos: Dorka Cobián Rojas, Pedro Pablo Chevalier Monteagudo, Susana Perera Valderrama, Julieta González Méndez, Hansel Caballero Aragón

Análisis formal: Dorka Cobián Rojas, Lázaro Márquez Llauger, Pedro Pablo Chevalier Monteagudo, Susana Perera Valderrama, Julieta González Méndez, Hansel Caballero Aragón

Adquisición de fondos: Dorka Cobián Rojas, Lázaro Márquez Llauger, Pedro Pablo Chevalier Monteagudo, Julieta González Méndez, Miguel Adrián Pino Prieto

Investigación: Dorka Cobián Rojas, Pedro Pablo Chevalier Monteagudo, Susana Perera Valderrama, Julieta González Méndez, Hansel Caballero Aragón, Raúl Igor Corrada Wong

Metodología: Dorka Cobián Rojas, Pedro Pablo Chevalier Monteagudo, Susana Perera Valderrama, Julieta González Méndez, Hansel Caballero Aragón, Raúl Igor Corrada Wong

Administración del proyecto: Dorka Cobián Rojas, Lázaro Márquez Llauger, Pedro Pablo Chevalier Monteagudo, Osmani Borrego Fernández, Leandro Rodríguez Viera, Patricia González Díaz, Zenaida M. Navarro Martínez

Recursos: Dorka Cobián Rojas, Lázaro Márquez Llauger, Pedro Pablo Chevalier Monteagudo, Osmani Borrego Fernández, Miguel Adrián Pino Prieto, Leandro Rodríguez Viera, Patricia González Díaz, Zenaida M. Navarro Martínez

Software: Dorka Cobián Rojas, Lázaro Márquez Llauger, Pedro Pablo Chevalier Monteagudo

Supervisión: Dorka Cobián Rojas, Lázaro Márquez Llauger, Pedro Pablo Chevalier Monteagudo, Osmani Borrego Fernández, Miguel Adrián Pino Prieto, Leandro Rodríguez Viera, Patricia González Díaz, Zenaida M. Navarro Martínez

Validación: Dorka Cobián Rojas, Lázaro Márquez Llauger, Pedro Pablo Chevalier Monteagudo, Susana Perera Valderrama, Julieta González Méndez, Hansel Caballero Aragón, Raúl Igor Corrada Wong, Osmani Borrego Fernández, Miguel Adrián Pino Prieto

Visualización: Dorka Cobián Rojas, Lázaro Márquez Llauger, Pedro Pablo Chevalier Monteagudo, Susana Perera Valderrama, Julieta González Méndez, Hansel Caballero Aragón, Raúl Igor Corrada Wong, Osmani Borrego Fernández, Miguel Adrián Pino Prieto

Redacción-borrador original: Dorka Cobián Rojas, Lázaro Márquez Llauger, Pedro Pablo Chevalier Monteagudo, Susana Perera Valderrama, Julieta González Méndez, Hansel Caballero Aragón, Raúl Igor Corrada Wong, Leandro Rodríguez Viera, Patricia González Díaz, Zenaida M. Navarro Martínez

Redacción-revisión y edición: Dorka Cobián Rojas, Lázaro Márquez Llauger, Pedro Pablo Chevalier Monteagudo, Susana Perera Valderrama, Julieta González Méndez, Hansel Caballero Aragón, Raúl Igor Corrada Wong, Leandro Rodríguez Viera, Patricia González Díaz, Zenaida M. Navarro Martínez

Financiación

Para la obtención de los resultados expuestos en el presente trabajo se han empleado partidas de financiamiento de los proyectos GEF/PNUD "Aplicación de un enfoque regional al manejo de las áreas marino-costeras protegidas en los Archipiélagos del Sur de Cuba" y "Mejorando la prevención, control y manejo de especies exóticas invasoras en ecosistemas vulnerables en Cuba". También se han utilizado fondos correspondientes al presupuesto ordinario asignado al área protegida para la ejecución de los programas incluidos en los planes de manejo aprobados.

Cómo citar este artículo

Cobián Rojas D, Márquez Llauger L, Chevalier Monteagudo PP, Perera Valderrama S, et al. Investigación, monitoreo y manejo para la conservación y uso sostenible de los arrecifes coralinos en el Parque Nacional Guanahacabibes. An Acad Cienc Cuba [internet] 2022 [citado en día, mes y año];12(2):e1051. Disponible en: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/1051>

