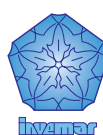


BIOTA COLOMBIANA

ISSN 0124-5376

Volumen 15 • Suplemento 2 • 2014
Restauración ecológica



Biota Colombiana es una revista científica, periódica-semestral, que publica artículos originales y ensayos sobre la biodiversidad de la región neotropical, con énfasis en Colombia y países vecinos, arbitrados mínimo por dos evaluadores externos y uno interno. Incluye temas relativos a botánica, zoología, ecología, biología, limnología, pesquerías, conservación, manejo de recursos y uso de la biodiversidad. El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del (los) autor (es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. El proceso de arbitraje tiene una duración mínima de tres a cuatro meses a partir de la recepción del artículo por parte de *Biota Colombiana*. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Biota Colombiana incluye además, las secciones de Artículos de Datos (*Data Papers*), Notas y Comentarios, Reseñas y Novedades bibliográficas, donde se pueden hacer actualizaciones o comentarios sobre artículos ya publicados, o bien divulgar información de interés general como la aparición de publicaciones, catálogos o monografías que incluyan algún tema sobre la biodiversidad neotropical.

Biota colombiana is a scientific journal, published every six months period, evaluated by external reviewers which publish original articles and essays of biodiversity in the neotropics, with emphasis on Colombia and neighboring countries. It includes topics related to botany, zoology, ecology, biology, limnology, fisheries, conservation, natural resources management and use of biological diversity. Sending a manuscript, implies a the author's explicit statement that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Biota Colombiana also includes the Data Papers, Notes and Comments Section, Reviews and Bibliographic News where you can comment or update the articles already published. Or disclose information of general interest such as recent publications, catalogues or monographs that involves topics related with neotropical biodiversity.

Biota Colombiana es indexada en Publindex (Categoría B), Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's y Ebsco.

Biota Colombiana is indexed in Publindex, Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's and Ebsco.

Biota Colombiana es una publicación semestral. Para mayor información contáctenos / **Biota Colombiana** is published two times a year. For further information please contact us.

Información

biotacol@humboldt.org.co
www.humboldt.org.co/biota
www.sibcolombia.net

Comité Directivo / Steering Committee

Brigitte L. G. Baptiste	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Germán I. Andrade	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Germán D. Amat García	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
Francisco A. Arias Isaza	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés" - Invemar
Charlotte Taylor	Missouri Botanical Garden

Editor / Editor

Carlos A. Lasso	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
-----------------	--

Editores invitados / Guest editors

Wilson Ramírez	
Mauricio Aguilar-Garavito	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Editor Artículos de Datos / Data Papers editor

Dairo Escobar	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
---------------	--

Coordinación y asistencia editorial

Coordination and Editorial assistance

Susana Rudas Ll.	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
------------------	--

Comité Científico - Editorial / Editorial Board

Adriana Prieto C.	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Ana Esperanza Franco	Universidad de Antioquia
Arturo Acero	Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe
Cristián Samper	WCS - Wildlife Conservation Society
Donald Taphorn	Universidad Nacional Experimental de los Llanos, Venezuela
Francisco de Paula Gutiérrez	Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano
Gabriel Roldán	Universidad Católica de Oriente, Colombia
Hugo Mantilla Meluk	Universidad del Quindío, Colombia
John Lynch	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Jonathan Coddington	NMNH - Smithsonian Institution
José Murillo	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Juan A. Sánchez	Universidad de los Andes, Colombia
Martha Patricia Ramírez	Universidad Industrial de Santander, Colombia
Paulina Muñoz	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Rafael Lemaitre	NMNH - Smithsonian Institution, USA
Reinhard Schnetter	Universidad Justus Liebig, Alemania
Ricardo Callejas	Universidad de Antioquia, Colombia
Steve Churchill	Missouri Botanical Garden, USA
Sven Zea	Universidad Nacional de Colombia - Invemar

Impreso por JAVEGRAF

Impreso en Colombia / Printed in Colombia

Revista *Biota Colombiana*

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

Alexander von Humboldt

Teléfono / Phone (+57-1) 320 2767

Calle 28A # 15 - 09 - Bogotá D.C., Colombia

Presentación

En nuestro país se habla en forma recurrente de la necesidad de “conservar” la naturaleza, siendo la conservación interpretada en ocasiones como la preservación a ultranza de ciertos territorios. Sin embargo, actualmente se consideran otros escenarios alternos además de la preservación estricta del patrimonio natural. Dentro de dichos escenarios están múltiples opciones de la biodiversidad para lo cual la restauración de áreas degradadas (que en Colombia representan cerca del 40 % del territorio), es una opción muy importante. La preocupación frente a esta problemática ha llegado más allá del ámbito ambiental, alcanzando espacios en la toma de decisiones políticas nacionales e internacionales, precisamente porque esta situación afecta a las comunidades locales y a todos los grupos sociales que se benefician de los servicios ecosistémicos.

El país ha ratificado el compromiso del Convenio de Diversidad Biológica y su meta de restaurar para el 2020 al menos el 15 % de los ecosistemas degradados en el mundo. Colombia también es signataria de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNUCLD), donde la restauración ecológica juega un papel determinante en mejorar la situación de degradación de tierras. Para ello estamos trabajando activamente en la estructuración del objetivo de restauración 3 (b) (i) de la Plataforma Intergubernamental de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES), con el propósito de ofrecer lineamientos desde la ciencia hacia la política sobre este tema en particular. En el ámbito nacional el país ha presentado el documento final del Plan Nacional de Restauración con lineamientos sobre restauración y adicionalmente ha incluido en los últimos años metas cuantitativas al respecto dentro del Plan Nacional de Desarrollo (PND). En este sentido la restauración ecológica aparece como alternativa explícita de compensación ambiental a mega-proyectos licenciados en el Manual de asignación de compensaciones.

En síntesis, estamos en un momento en el cual la temática de restauración ecológica tiene un rol determinante en el escenario de la conservación tanto nacional como global. Nuestro país ha trabajado desde hace varios años en el tema y ya se perciben avances importantes. Sin embargo, cuando se revisan en conjunto los proyectos de restauración que se han desarrollado, se nota un especial énfasis en trabajos de restauración basados en flora local y poca divulgación para otros enfoques y escalas de trabajo. En este suplemento especial de *Biota Colombiana* hemos querido recopilar algunos estudios y trabajos de restauración que destacan también el componente social y su vínculo con lo biótico, incluyendo también ambientes marinos y temas como el monitoreo. Incluso se considera la restauración desde la escala del paisaje, pensando siempre en que nuestros lectores accedan a información actualizada y relevante sobre una temática que es cada vez más sensible y que requiere de múltiples enfoques.

Esperamos que este número sea de interés no solo para la comunidad de restauradores de nuestro país y Latinoamérica, sino para aquellos que deben responder día a día el reto de gestionar ambientalmente un territorio mixto muy dinámico, con escenarios cambiantes de degradación y recuperación con criterios socioecológicos.

Brigitte L. G. Baptiste

Directora

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

Alexander von Humboldt

Aportes a la consolidación de un proceso regional para la conservación de arrecifes coralinos: ensayos para la estandarización de metodologías para el repoblamiento de especies amenazadas del género *Acropora* en tres Parques Nacionales Naturales del Caribe colombiano

Contributions to the consolidation of a regional process for the conservation of coral reefs: trials for the standardization of methodologies for the repopulation of endangered species of the genus *Acropora* in three National Parks in Caribbean Colombia

Rebeca Franke-Ante, Esteban Zarza, Marcela Cano-Correa, Juan A. Wong-Lubo y Elkin Hernández

Resumen

Un porcentaje relativamente alto de los arrecifes coralinos de Colombia se encuentran en áreas protegidas, pero a pesar de la figura administrativa de protección su condición general no es la ideal. En consecuencia, la posibilidad de realizar acciones de restauración es actualmente una tendencia en desarrollo que atrae a investigadores y al público en general. Por su parte Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC), en cumplimiento de su misión, integra a la gestión de manejo de las áreas protegidas el tema de restauración, articulado a los procesos de conservación de los Parques Tayrona, Old Providence y Corales del Rosario. Como parte de las estrategias para mejorar el estado de los arrecifes coralinos, se realizan ensayos de repoblamiento a través de guarderías de coral, utilizando métodos propuestos por investigadores nacionales e internacionales, con el fin de evaluar su viabilidad como estrategia de manejo. A continuación se presentan los avances en las tres áreas protegidas y un análisis de cómo asumir el proceso para que sea sostenible en el largo plazo.

Palabras clave. Conservación. Manejo de áreas protegidas. Repoblamiento. Corales. Colombia. Caribe.

Abstract

A relatively high percentage of Colombia's coral reefs are in protected areas, but despite the administrative form of protection, overall condition is not ideal. Consequently, the possibility of restoration actions is currently a developing trend that attracts researchers and the general public. For its part, the National Parks of Colombia in fulfilling its mission, integrates management of the issue of restoration to the Park conservation processes of Tayrona, Corales del Rosario and Old Providence protected areas. As part of strategies to improve the status of coral reefs, repopulation assays are performed by using coral nurseries proposed by national and international researchers, in order to evaluate its viability as a management strategy method. Below we present advances in all three protected areas, and an analysis of how to take the process to be sustainable in the long term.

Keywords. Conservation. Protected areas management. Repopulation. Coral reefs. Colombia. Caribe.

Introducción

Las formaciones coralinas constituyen uno de los ecosistemas tropicales más diversos, complejos y productivos del planeta y también los más frágiles. Están constituidos por una estructura construida por organismos vivos, en su mayoría corales pétreos o duros, verdaderos o hermatípicos, aunque existen otros organismos que también pueden dominar el paisaje y el sustrato, como son las algas, los octocorales y las esponjas. Además pueden encontrarse allí representantes de casi todos los grupos mayores de organismos (peces, moluscos, crustáceos).

Estas formaciones son reconocidas a nivel mundial por el gran número de beneficios biológicos y económicos que brindan a la sociedad. La importancia de los ecosistemas arrecifales se observa en las numerosas funciones ecológicas, estéticas, económicas y culturales que sustentan y que a su vez contribuyen significativamente al bienestar local, nacional y global. Algunos beneficios que se pueden mencionar son: funcionan como áreas de desove, cría, refugio y alimentación de una gran variedad de organismos; permiten el desarrollo de actividades turísticas; benefician el stock pesquero, al ser zonas de protección para peces juveniles; proveen especies para el comercio; contribuyen a la protección costera; son responsables de la formación y mantenimiento de miles de islas y barreras para playas; contribuyen con sustancias naturales bioactivas de gran valor presentes en organismos encontrados en los arrecifes de coral, entre otras.

De acuerdo con Jackson *et al.* (2014), los arrecifes coralinos del Caribe han sufrido una destrucción masiva de corales desde principios de los años 80 debido a una extensa variedad de impactos humanos que incluyen el crecimiento explosivo de la población humana, la sobrepesca, la contaminación de las zonas costeras, el calentamiento global y las especies invasoras. Las consecuencias de estos impactos incluyen en general el colapso de las poblaciones coralinas, el incremento de cobertura de macroalgas, eventos de blanqueamiento y brotes de enfermedades, así como la incapacidad de recuperación de los corales frente a fenómenos naturales como los huracanes.

Como una consecuencia, dos de las especies que un día estuvieron entre las especies más abundantes, el coral cuerno de alce (*Acropora palmata*) y el coral cacho de venado (*Acropora cervicornis*), son hoy tan escasas que han sido inscritas en la lista de especies en peligro de extinción por la UICN. Así mismo para Colombia estas especies han sido incluidas como amenazadas en el Libro Rojo de Invertebrados Marinos de Colombia (Ardila *et al.* 2002).

Los Parques Nacionales Naturales de Colombia Old Providence McBean Lagoon (PNN Old Providence), Tayrona (PNN Tayrona) y Los Corales del Rosario y de San Bernardo (PNN Corales), albergan en su interior extensas formaciones coralinas. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados para su conservación a través de diferentes estrategias de manejo dirigidas a la disminución de las presiones, amplias zonas que antiguamente presentaban altas coberturas de colonias vivas de diferentes especies de coral, en la actualidad están cubiertas por escombros coralinos y macroalgas.

Aunque no se cuenta con datos históricos sobre temperatura, calidad del agua, efecto de huracanes o efectos de la sobrepesca sobre las formaciones coralinas en los tres Parques Nacionales Naturales, se conoce que su degradación se ha venido dando paulatinamente, como se ha evidenciado en todo el Caribe. Desde mediados de los años 70 han aparecido eventos masivos que han contribuido a su deterioro, tales como la mortandad masiva del erizo (*Diadema antillarum*) y del abanico de mar (*Gorgonia ventalina*) y los grandes eventos de blanqueamiento. Si bien la causa exacta de la degradación no se conoce, se presume que es el resultado de cambios en varios factores al mismo tiempo, tanto naturales como antrópicos (Appeldoorn *et al.* 2009).

En vista de lo anterior, la Dirección Territorial Caribe (DTCA) de Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC), a la cual están adscritos los tres parques anteriormente mencionados, se encuentra desarrollando una estrategia integral para la restauración de los ecosistemas coralinos, la cual

incluye experiencias piloto de restauración activa de acropóridos y la formulación de una propuesta articulada a la Estrategia Nacional de Restauración Ecológica del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia (Puentes *et al.* 2013), que incorporará componentes de investigación, monitoreo, restauración y educación ambiental que servirá, entre otros, para la gestión de recursos financieros.

Material y métodos

Necesidades de vinculación de proyectos de restauración en la conservación de los arrecifes coralinos en áreas protegidas del Caribe colombiano

Las actividades de conservación de arrecifes coralinos en la DTCA se han centrado tradicionalmente en componentes como la educación ambiental, el ordenamiento ecoturístico, el control de ilegalidades, la investigación, el monitoreo y la planeación estratégica. Sin embargo, dada la magnitud de las presiones, así como el estado actual de las formaciones coralinas, además de las acciones de manejo al interior de las áreas protegidas, se requiere de una mayor intervención que ayude al sistema a fortalecer su resiliencia.

Áreas protegidas seleccionadas

Ante distintas eventualidades que han generado la degradación de los arrecifes coralinos, tanto de origen natural (tormentas, incremento en la temperatura media del agua, etc.) como antrópico (encallamientos, extracción coralina para construcción o artesanías, etc.), se ha identificado la necesidad de adelantar acciones directas que eviten una mayor mortalidad coralina frente a afectaciones directas, así como desarrollar actividades orientadas a incrementar la cobertura de coral vivo en los arrecifes. Estas necesidades son evidentes en los parques del Caribe colombiano, PNN Old Providence, PNN Tayrona y PNN Corales, que priorizaron a los arrecifes coralinos como valores objeto de conservación (VOC) (Figura 1).

El PNN Old Providence, declarado en 1995, se encuentra ubicado en el departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y cuenta con una extensión aproximada de 1000 ha, de las cuales 900 ha son marinas, donde se presenta un complejo coralino conformado por una laguna somera salpicada por parches de coral, una barrera arrecifal continua, una barrera arrecifal discontinua, con pináculos coralinos y la terraza pre-arrecifal.



Figura 1. Áreas protegidas de Parques Nacionales de Colombia con presencia de arrecifes coralinos en el Caribe.

El PNN Tayrona, declarado en 1964, se encuentra ubicado en el departamento del Magdalena y cuenta con una extensión aproximada de 15000 ha, de las cuales 3000 ha son marinas. Los arrecifes allí presentes son de dos tipos: los primeros se localizan colonizando bloques de rocas que se desprenden de los acantilados y los segundos caracterizados por ser más compactos y desarrollados y localizados sobre sustrato rocoso más estabilizado y en zonas menos expuestas al oleaje (Garzón-Ferreira *et al.* 2004). Esta área protegida se encuentra bajo la influencia de la surgencia costera, que se presenta entre los meses de diciembre y abril, coincidiendo con la época de mayor intensidad de los vientos y la época seca (Ramírez 1987).

El PNN Corales, se localiza en la zona marina frente a las costas de los departamentos de Bolívar y Sucre, a 25 km de la ciudad de Cartagena de Indias y a 23 km de Santiago de Tolú. Fue declarado en 1977 y ampliado para incluir el archipiélago de San Bernardo en 1996. Presenta un área de 1200 km², casi exclusivamente comprendidos por espacio marino, salvo el terreno emergido de las islas Rosario, Tesoro, Maravilla y Mangle, y comprende un área coralina reciente de 219,5 km², (Díaz *et al.* 2000).

En el Caribe colombiano se han presentado diversos eventos que han generado afectaciones sobre los arrecifes de coral, inicialmente originadas por actividades humanas y sobreexplotación de recursos y posteriormente debido a sucesivos eventos de blanqueamiento coralino en diversas especies y con mortalidad variable, dependiendo de la especie en cuestión y la magnitud del evento (Friedlander *et al.* 2014). Entre los eventos a resaltar se encuentran la mortalidad de las especies del género *Acropora* y el evento de blanqueamiento coralino del 2005, que fue el más severo en la región en los últimos 25 años.

Si bien la mayoría de estos eventos se han reportado en las tres áreas protegidas incluidas en este documento, se han presentado notables variaciones en cuanto a las especies afectadas, magnitud de los efectos, grados de deterioro y otras variables que se encuentran influenciadas por las distintas condiciones ambientales en cada uno de los parques, reflejo de sus

condiciones ecológicas particulares y de su ubicación en provincias biogeográficas diferentes.

En el PNN Old Providence Rodríguez *et al.* (2007) encontraron, de una parte, promedios de cobertura de corales vivos de 9,3 %, reflejando el dominio generalizado de algas; y de otra, que la cobertura de coral varía ampliamente de 0 % a 40 %, mencionando que la terraza prearrecifal presenta las áreas de mayor cobertura coralina viva. Según Vega-Sequeda *et al.* (2008), en el PNN Tayrona se pueden observar coberturas superiores al promedio de 29,5 %, sin embargo la mortalidad coralina de los años 80 condujo a la reducción de las coberturas de *A. palmata*, produciendo cambios significativos en el ecosistema, evidenciado por el aumento algal y pérdida de hábitat (Weil *et al.* 2002).

En el PNN Corales las descargas continuas del Canal del Dique han influenciado mucho el estado de las formaciones coralinas (Restrepo-Ángel y Alvarado 2011), por lo cual se encuentran mucho más vulnerables a los efectos de los eventos de blanqueamiento. En un recuento realizado por Alvarado *et al.* (2011), se describe la evolución de las formaciones arrecifales del PNN Corales. En la actualidad los reportes muestran una cobertura de algas de más del 65 % y una cobertura de coral vivo de menos del 25 %. Es importante resaltar que las mayores afectaciones sobre los ecosistemas coralinos se presentaron en fechas coincidentes con la rectificación y dragado del Canal del Dique entre los años 1980 y 1990, cuando se eliminaron 43 de las 90 curvas que previamente tenía (Aguilera 2006, Restrepo-Ángel y Alvarado 2011).

Revisando la tendencia de los arrecifes de coral en las distintas áreas protegidas se evidencia que las mayores amenazas se encuentran relacionadas con eventos naturales asociados al cambio climático, principalmente al incremento de la temperatura media del agua que origina el blanqueamiento, y para el caso específico del PNN Corales, por actividades humanas como la modificación del cauce y el incremento en la magnitud de las descargas del Canal del Dique, que han elevado los aportes de agua dulce, sedimentos, nutrientes y contaminantes por encima del umbral esperado en arrecifes de coral.

Un evento común y de gran trascendencia en la evolución de las formaciones coralinas de los tres parques fue la mortandad de las dos especies del género *Acropora*, las cuales en todos los casos presentaban un predominio en cuanto a cobertura en los arrecifes.

Los corales del género *Acropora* son constructores arrecifales que históricamente han dominado la parte somera de los arrecifes del Caribe. Su alta tasa de crecimiento ha permitido la acumulación de sus esqueletos a través del tiempo, favoreciendo la acreción de la estructura geológica, de modo que estos ambientes han logrado permanecer a pesar del incremento en el nivel del mar que ha ocurrido desde el Holoceno (Gladfelter *et al.* 1978). Consecuentemente, en torno a estos sitios se forman intrincadas interacciones entre especies y se establecen flujos de energía complejos. Un ejemplo claro de lo anterior es la fuerte asociación que presentan los acropóridos con los peces de arrecife (Lirman 1999), por ende, la pérdida o alteración de sus poblaciones podrían resultar en una reducción significativa de la función y estructura del arrecife (*Acropora* Biological Review Team 2005, Bruckner 2002). Por esta razón los corales del género *Acropora* se consideraron “especies claves” para su conservación, y se priorizaron para adelantar las acciones piloto de repoblamiento en ecosistemas coralinos.

El proceso inició con el establecimiento de guarderías de coral, actividad que contempla la propagación de manera asexual (por fragmentación) de una serie de colonias de coral que presentan condiciones fenotípicas deseables y una marcada resistencia a las presiones que actualmente inciden en las formaciones coralinas-evidente en su supervivencia frente a los eventos extremos del pasado-, para mantenerlas en condiciones de crecimiento semi-controlado en dispositivos sumergidos. Estas colonias se desarrollan en la guardería por un tiempo definido para después ser trasplantadas en áreas coralinas degradadas.

Las guarderías de coral implican la fragmentación de un número limitado de colonias de coral, por lo que se promueve la propagación selectiva de un mismo genotipo, razón por la cual han surgido interrogantes relacionados con temáticas como la variabilidad

genética actual de las poblaciones de *Acropora*, la incidencia del trasplante de genotipos selectos mantenidos en guarderías sobre la diversidad genética de la población; igualmente, las condiciones de competitividad de estas especies y su papel ecológico en los arrecifes generan vacíos de conocimiento sobre el efecto del trasplante de *Acropora* sobre otras especies de coral que están colonizando los sustratos disponibles en los arrecifes, la evolución de las comunidades de peces e invertebrados vágiles asociados a los corales con las actividades de trasplante, entre otra serie de incógnitas. Estos interrogantes se están priorizando en los Planes de Investigación de los parques involucrados en esta iniciativa, con lo que se espera obtener información de primera mano que permita reevaluar las acciones llevadas a cabo dentro de los distintos proyectos de guarderías y poder formular los pasos a seguir de manera más acertada.

Definición de pautas y formulación de una propuesta regional para el desarrollo de proyectos de repoblamiento coralino en la DTCA

Desde PNNC la evolución en los procesos de manejo de las áreas protegidas ha llevado a realizar mayores análisis de la información disponible en la elaboración de los planes de manejo. Es así como en el 2004 se asume el reto de construir los documentos para la mayoría de las áreas del Sistema de Parques Nacionales; los tres parques coinciden en ubicar en sus propuestas de zonificación los arrecifes como zonas de “recuperación natural”, y como objetivos estratégicos la necesidad de reducir la presión antrópica, la profundización en el conocimiento y el inicio de procesos de restauración.

Paralelamente, el Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos (SIMAC) ha continuado el monitoreo del estado de los arrecifes, y sus resultados han venido mostrando las tendencias de reducción de la cobertura de corales duros en los tres parques, situación que se torna cada vez más preocupante dados los eventos de blanqueamiento, y en particular, la baja recuperación de los corales del género *Acropora* luego de su casi extinción en el Caribe durante los años ochenta a consecuencia de la enfermedad de la banda blanca (Navas-Camacho *et al.* 2010).

De otra parte, la publicación del “Manual de rehabilitación arrecifes” (Edwards 2010), y su amplia difusión, favoreció el accionar simultáneo en las tres áreas protegidas. En consecuencia se conformó un grupo para analizar la información disponible (Baums *et al.* 2005, Edwards y Gómez 2007, Baums 2008, Edwards 2010), con énfasis en responder las preguntas de los árboles de decisiones planteadas en los dos manuales (Edwards y Gómez 2007 y Edwards 2010).

Trabajar coordinadamente entre las tres áreas protegidas se concibió como la oportunidad de tener ensayos y aprendizajes simultáneos que favorecieran la retroalimentación del proceso, a la vez que se estableciera entre todos la manera de hacer comparables los resultados, a pesar de las diferencias oceanográficas y ecológicas entre las áreas. Además, al considerar que el lento crecimiento del coral hasta llegar a recuperar el ecosistema se convierte en un proceso que requerirá recursos permanentes y a largo plazo, se vio la necesidad de ser mesurados y empezar con ejercicios piloto en cada área. De tal manera, se verificaría la viabilidad de la metodología en las diferentes condiciones de las áreas, se reconocerían las capacidades de los equipos de trabajo y las dificultades de campo y se tendría la oportunidad de cometer menos errores.

Otro aspecto que llevó a reflexión fue el identificar la necesidad de asegurar que no se reducirá la diversidad genética del arrecife, de manera que las especies tengan oportunidades de responder a diferentes condiciones y cambios en el ambiente. Debido a que no se contaba con la información genética, se resaltó la necesidad de trabajar ensayos a baja escala y mantener la zonificación original de los trasplante con relación a la colonia donante, pero se considera a futuro fomentar la reproducción sexual por incremento en la probabilidad de entrecruzamiento debido al aumento en la densidad de colonias de genotipos selectos en un área dada.

Pensar en la sostenibilidad del proceso obligó a plantear la realización de un proyecto en el que se estableció que el montaje de las guarderías, como metodología de propagación para el trasplante, era una herramienta inicial de un proceso sobre pocas

especies, pero que ante el interés de conservar los arrecifes coralinos, se integraban varias estrategias de PNNC, como son manejo de vida silvestre, restauración, investigación, monitoreo, educación, comunicaciones, prevención-control y vigilancia, así como intervenciones articuladas al ordenamiento pesquero de la región. El ejercicio de definir los elementos del proyecto se elaboró mediante un taller con la participación de representantes de las tres áreas protegidas y de personal de apoyo de la oficina regional de Parques (Territorial Caribe).

Igualmente importante será que las áreas fortalezcan estas acciones y posicionen el proceso en sus planes de manejo, identificando los mecanismos mediante los cuales se integraría la participación de diversos actores sociales e institucionales, de manera coordinada, pero bajo el control del área protegida a la que le compete la responsabilidad de la conservación de los arrecifes coralinos. Por tanto, identificar aliados potenciales se constituye en la oportunidad de construir conjuntamente un sueño común en beneficio de la diversidad en los arrecifes, la generación de conocimiento y la disponibilidad de información oportuna para las decisiones a que haya lugar por parte del personal de PNNC.

Evaluación de requerimientos de restauración: preguntas

La disponibilidad del espacio para revisar los manuales (Edwards y Gómez 2007, Edwards 2010) y contestar las preguntas de los árboles de decisiones permitió analizar inicialmente la factibilidad de tener una propuesta de restauración activa como una opción adecuada para las condiciones de las áreas protegidas (Figuras 2 y 3). Posteriormente se indagó sobre la información que se requiere sobre el sitio que se va a rehabilitar y sobre los sitios que proveerán el material necesario (colonias donantes).

Si bien algunas de las respuestas a las preguntas requerían contar con una mayor información científica específica para cada una de las áreas protegidas, se tuvo en claro, por un lado, que la restauración no debe ser la única estrategia de manejo y, por el otro, que en Colombia el tema de restauración coralina solo

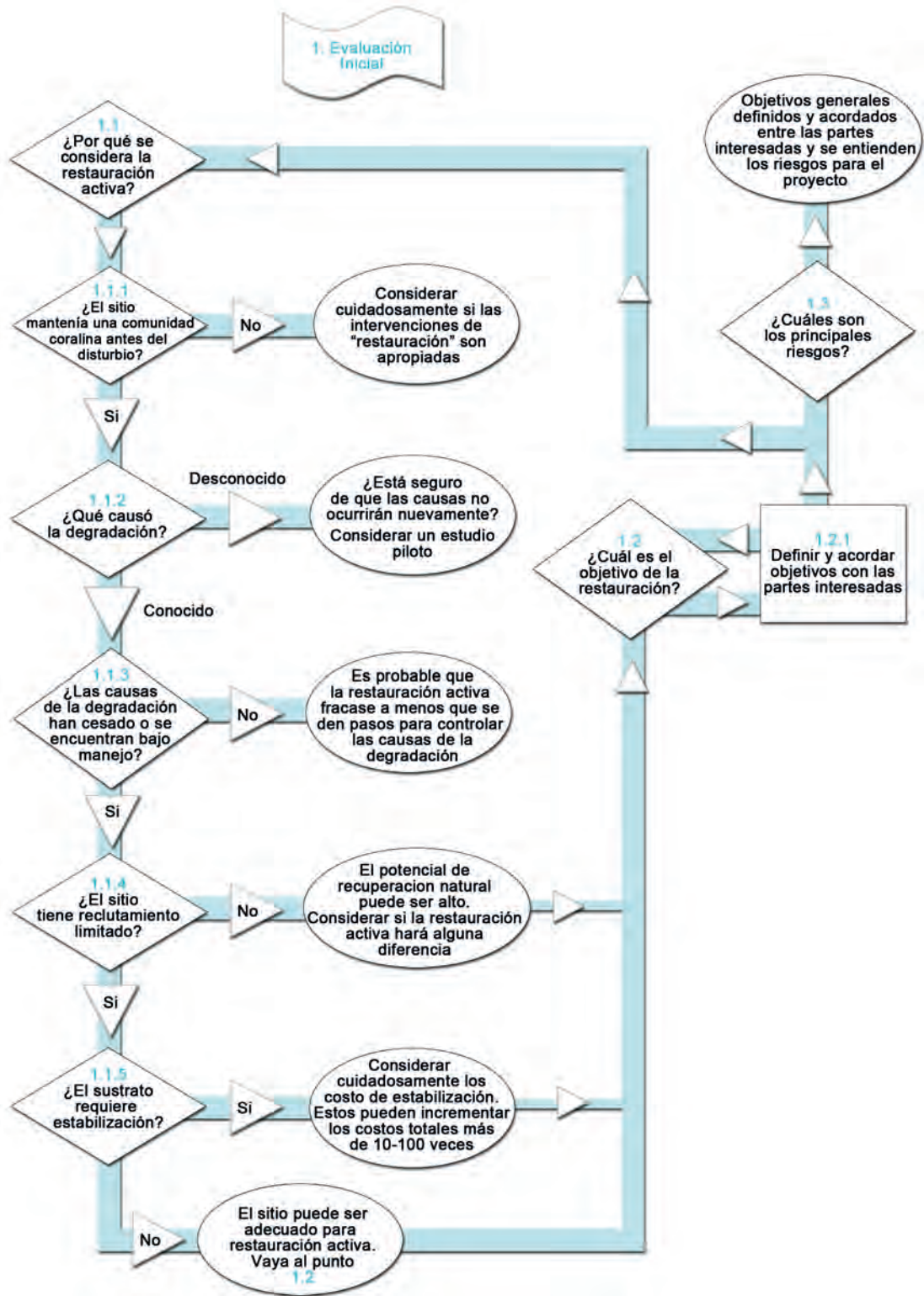


Figura 2. Árbol de decisiones para evaluar la alternativa de restauración activa como solución a la degradación de los arrecifes. Traducido de Edwards (2010).

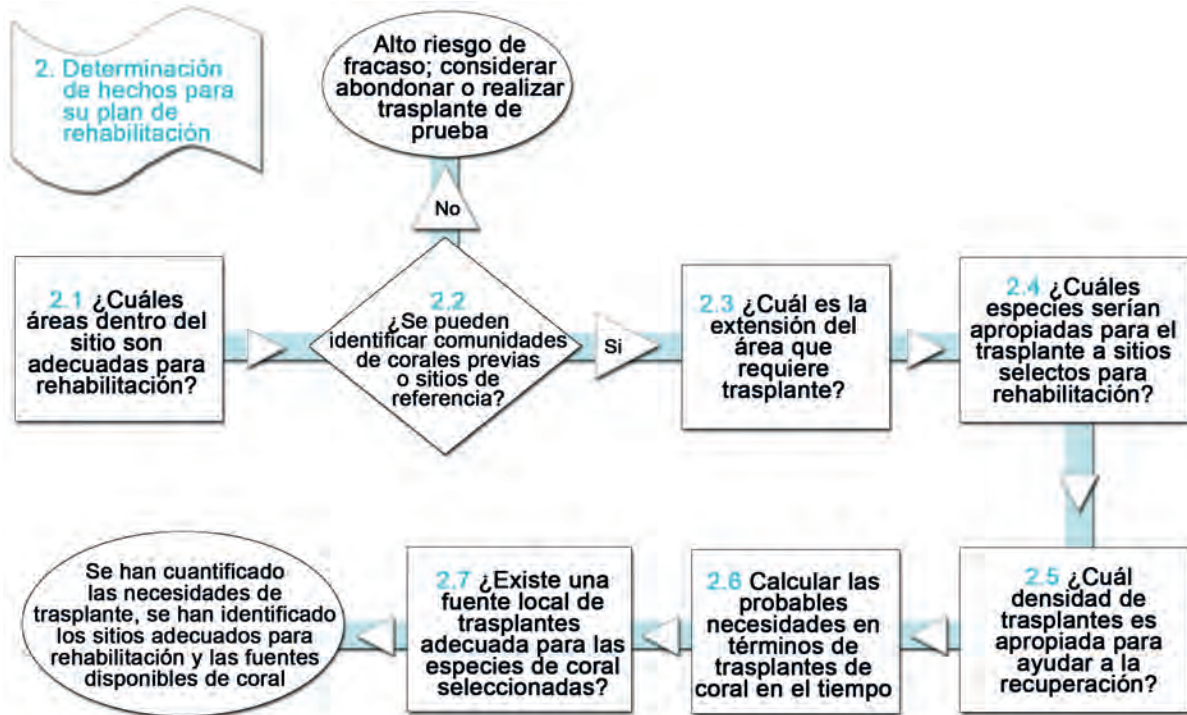


Figura 3. Pasos para guiar la evaluación de la factibilidad del proyecto y cuantificar los recursos requeridos. Traducido de Edwards, 2010.

tenía pocos avances. Por tanto, se definió el inicio de experiencias piloto en las áreas protegidas, que permitieran unificar conceptos y metodologías para avanzar en este tema.

Resultados

Requerimientos considerados

La información generada por las tres áreas protegidas al trabajar tanto el árbol de decisiones como los pasos para guiar la evaluación de la factibilidad del proyecto y cuantificar los recursos requeridos permitió dar viabilidad a la implementación de proyectos de repoblamiento de los arrecifes de coral en las tres áreas protegidas con las especies amenazadas del género *Acropora*, y brindó la base para la consolidación de una propuesta regional para el Caribe colombiano.

Ensayos piloto para ajuste metodológico

Han sido numerosas las experiencias de repoblamiento

de coralino a través de guarderías de coral en diversas partes del mundo, razón por la cual se cuenta con una base bibliográfica bastante extensa. Sin embargo, en Colombia este tipo de actividades aún no eran muy conocidas, y las experiencias llevadas a cabo en otros países generalmente se enfocaban en otras especies, salvo algunos ensayos con *Acropora* en el Caribe, o se desarrollaban en condiciones ambientales ligeramente diferentes, razón por la cual se decidió a desarrollar los primeros ensayos a baja escala para ajustar estas metodologías.

Las guarderías implementadas en los ensayos piloto fueron de dos sistemas diferentes: a) tipo “bandejas a media agua”, implementadas en el PNN Tayrona, y b) tipo “tendedero” en los PNN Old Providence, Tayrona y Corales; posteriormente, en el PNN Corales se instalaron dispositivos tipo “arbolito”, pero no se evaluaron en los ensayos iniciales. Las guarderías tipo “tendedero” consisten en dos líneas verticales de cabo, en las cuales se colocan entre 3 y 4 líneas horizontales de nylon monofilamento,

que son las que soportan los corales (Figura 4a); la guardería de “bandejas a media agua” construida en el PNN Tayrona fue una modificación del diseño de Shafir *et al.* (2006), y consta de un dispositivo flotante con marcos en PVC en los que se colocan las bandejas con malla en las cuales se insertan los corales adheridos a estructuras como placas de cemento o chazos, entre otros (Figura 4b); por último, los arbolitos comprenden un diseño original de Coral Restoration Foundation traído a Colombia por Ken Nedimyer y la Fundación Corales Vivos, como apoyo a la guardería de coral que se desarrolla dentro del Convenio PNNC-CEINER, y consisten en tubos verticales de PVC que son atravesados por diez (10) varas de fibra de vidrio con orificios para el colgado de los corales (Figura 4c). Todos estos dispositivos se encuentran anclados al sustrato sea por bloques de cemento o por distintos tipos de anclas, y con boyas en su extremo superior para mantenerlos extendidos.

Uno de los primeros aspectos a evaluar en estos ensayos fue el desarrollo de los fragmentos en las guarderías (supervivencia y crecimiento) ante las distintas condiciones ambientales en los tres parques ya que estas áreas protegidas son representativas de tres de las ecorregiones naturales marinas y costeras definidas por el Invemar (Díaz-M. y Gómez-López 2000), en las cuales se pueden encontrar ambientes insulares oceánicos de aguas claras (PNN Old Providence en la Ecorregión Archipiélago de San Andrés y Providencia - SAN), arrecifes influenciados por surgencias costeras al norte de la pluma del río Magdalena (PNN Tayrona en la Ecorregión Tayrona

-TAY) o ambientes insulares sobre la plataforma continental con elevados aportes de aguas dulces y sedimentos provenientes del Canal del Dique (PNN Corales en la Ecorregión Archipiélagos Coralinos - ARCO). Diferencias biogeográficas entre estas áreas han sido identificadas en peces (Acero 1985), moluscos (Díaz 1995) y crustáceos decápodos (Cortés y Campos 1999).

La supervivencia se registró como el porcentaje de colonias que se encontraban vivas al finalizar la fase de guardería (un año o más para los ensayos piloto). La medida de crecimiento varió entre las distintas especies, y se tomó como la longitud en centímetros del eje principal de crecimiento para *Acropora cervicornis*, mientras que para *A. palmata* se registró el área (cm²) comprendida por el eje mayor multiplicado por el eje menor. Es evidente que las dos medidas presentan desviaciones considerables del valor real de crecimiento—en el primer caso subestimándolo, en la medida de que no se tienen en cuenta las ramificaciones, y en el segundo magnificándolo en virtud de que se asume una forma rectangular para cada colonia— pero permitieron dar una idea de la evolución de estas medidas para cada especie en el tiempo. En el PNN Tayrona, durante el tiempo en que participó Valeria Pizarro como investigadora de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, se adoptó la medida del volumen ecológico, que comprende una medida mucho más exacta del crecimiento; lamentablemente su registro genera mayores requerimientos de tiempo y gastos mayores, lo cual dificulta considerablemente su implementación en las áreas protegidas.

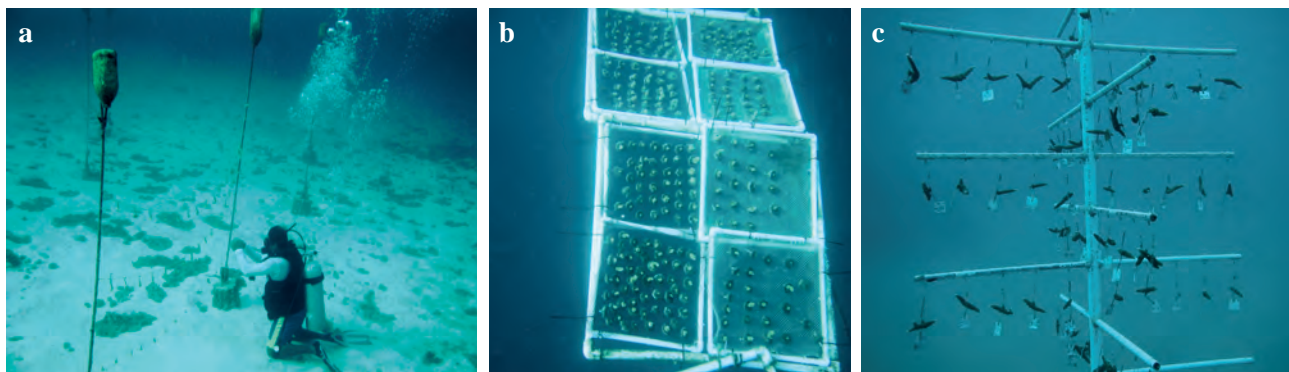


Figura 4. Tipos de guarderías implementadas en los distintos Parques Naturales del Caribe: a) Tipo tendadero. b) Bandejas a media agua. c) Arbolito. Foto: autores

Si bien en todas las áreas se obtuvieron resultados de crecimiento y supervivencia, esta información no se pudo correlacionar con variables ambientales debido a la falta de equipos adecuados para su registro. Por su parte, se incluye una descripción breve de métodos de trasplante y resultados de supervivencia.

PNN Old Providence McBean Lagoon

En junio de 2010, el PNN Old Providence inició la primera etapa de la experiencia piloto con dos guarderías tipo “tendedero”, una para cada especie de *Acropora*; estas guarderías se encuentran ubicadas en la laguna arrecifal frente a la punta Maracaibo. Para esta primera experiencia se montaron 50 fragmentos de *Acropora palmata* con tamaños medios de 2,4 cm², y el mismo número de *A. cervicornis* con 5 cm de longitud (en experiencias posteriores se incluyeron fragmentos de la especie *A. prolifera*). Estos fragmentos se mantuvieron en guardería durante nueve meses, hasta alcanzar una talla de 4,5 cm² para *A. palmata* y de seis meses para *A. cervicornis*, hasta alcanzar una talla de 13 cm, con un porcentaje de supervivencia del 98 % para *A. palmata* y 92 % para *A. cervicornis*.

La primera experiencia de trasplante de las colonias de *A. palmata* provenientes de las guarderías se realizó en abril de 2011, a través del pegado, con cemento, de colonias individuales de *A. palmata* sobre cabezas coralinas muertas. Para el caso de *A. cervicornis*, el primer trasplante se realizó en enero y febrero del 2011, en un área con un cubrimiento alto de macroalgas, sujetando las colonias vivas a colonias muertas de la misma especie, utilizando zunchos plásticos o masilla epóxica. La supervivencia de los trasplantes con estos métodos fue del 98 % para *A. palmata* y del 18 % para *A. cervicornis*. A partir de esa fecha se modificó el área de trasplante de *A. cervicornis*, a una zona cercana a la anterior, pero sin un cubrimiento alto de macroalgas y se utilizaron montículos de cemento sobre sustrato duro donde se pegaban las colonias individuales o sujetando con zunchos plásticos los fragmentos a tubos metálicos sobre sustrato arenoso, obteniendo porcentajes de supervivencia del 95 % y 88,5 %, respectivamente.

La supervivencia en las guarderías y el crecimiento en las mismas de las dos especies fue alta, sin embargo, el

área escogida para la primera experiencia de trasplante de *A. cervicornis* sobre escombros de esta especie, que presentaban una alta cobertura de macroalgas, no presentó los resultados esperados, mientras que las nuevas áreas escogidas, así como los nuevos métodos utilizados con posterioridad han demostrado una mayor facilidad de implementación y mayores supervivencias, al tiempo que presenta menores requerimientos económicos, como es el caso de los montículos de cemento o los tubos metálicos, por lo que se piensa que constituyen una buena alternativa para darle continuidad al proceso de repoblamiento con estas especies.

PNN Tayrona

En el PNN Tayrona se establecieron dos guarderías a finales del 2009, una en la bahía de Neganje con la participación de expertos en corales de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, y la otra en la bahía de Gayraca, con la participación de la Fundación Calipso C-Force y el Centro de Buceo Calipso Dive para el apoyo logístico y de educación ambiental, y de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. En este artículo solo se hará referencia a la guardería de Gayraca.

La guardería de Gayraca se instaló a una profundidad de 12 m, y consistió en cuatro redes plásticas rígidas de 1,20 m x 1,20 m, sumergidas entre 10 a 12 m, sobre las cuales se aseguraron botones plásticos convencionales. La actividad se realizó el 10 de junio cuando se adhirieron los fragmentos de coral mediante pegamento cola mágica a unas galletas de cemento sobre chasos plásticos para su fijación en la estructura de la guardería. Los fragmentos correspondían a las especies *A. palmata* y *A. cervicornis*, la mayoría entre 1,0 y 1,5 cm; fueron instalados 72 fragmentos de cada especie (total 144 fragmentos).

Las evaluaciones de los primeros ensayos arrojaron que la supervivencia de las especies de *A. cervicornis* y *A. palmata* fue del 90 %. En 2014 el PNN Tayrona realiza un trasplante de *A. palmata* en el sitio Piedra Ahogada al interior de la bahía Gayraca; en esta actividad se repobló la zona con 58 colonias de esta especie, las cuales fueron fijadas a sustrato coralino muerto por medio de cemento convencional, así como con puntillas de acero y zunchos plásticos para el amarre.

PNN Corales del Rosario y de San Bernardo

El ensayo piloto en el PNN Corales se inició con el montaje de una guardería tipo “tendedero” en marzo de 2011, en la cual se instalaron 48 fragmentos de *Acropora cervicornis* de una longitud media de 2,8 cm; en fases posteriores se implementaron dispositivos tipo “arbolito”, cuyos resultados no se incluyen por no hacer parte del ensayo piloto. La fase de guardería duró un año y cuatro meses, en el cual las colonias alcanzaron una longitud del eje principal de 36,8 cm, con una supervivencia del 100 %.

El trasplante se realizó por medio de dos métodos distintos: trasplante de colonias individuales y en hilera. Para el trasplante de colonias individuales se obtuvieron fragmentos de 25 cm (aproximadamente) a partir de las colonias en guardería, los cuales fueron fijados a sustrato coralino muerto con ayuda de cemento. El trasplante en hilera consistió en el traslado de hileras completas con todas las colonias de coral adheridas y fijadas a sustrato suelto (arena y escombros coralinos) por medio de varillas metálicas. Al final de la experiencia se trasplantaron 30 colonias individuales, con una supervivencia del 86,67 %, y dos hileras con 44 colonias, con supervivencia del 100 %.

Este ensayo mostró un rápido crecimiento de los fragmentos en guardería, con una alta supervivencia, aún en las condiciones de calidad de agua inadecuadas del PNN Corales; adicionalmente se presentó una alta supervivencia de los trasplantes por dos métodos distintos y utilizando materiales accesibles y económicos, por lo que el área protegida decidió adoptar esta metodología para continuar con las actividades de repoblamiento de los arrecifes coralinos con las especies de *Acropora*.

Evaluación de métodos (análisis comparativo de diseños de guarderías)

Los resultados preliminares de cada ensayo piloto permitieron conocer el desempeño de los corales bajo las condiciones ambientales y bajo el diseño de guardería seleccionado por cada parque. No obstante, el alcance de cada proyecto no permite que cada

área protegida evalúe en sí todas las metodologías disponibles para el desarrollo de este tipo de actividades, razón por la cual se realizó un análisis comparativo de distintos tipos de guarderías a través de una tabla que muestra de manera cuantitativa los resultados obtenidos para cada método. Estos resultados se registran de acuerdo a una escala numerada que relaciona ponderadamente los valores de las distintas variables, es decir, al valor cualitativo de cada variable se le adjudica una correspondencia numérica, como se presenta en la tabla 1.

La sumatoria final de los valores de cada variable permitió evidenciar cuál método presentó mayores ventajas para su implementación durante los ensayos piloto. Según el análisis de las distintas variables contempladas, los dispositivos sumergidos que hasta la fecha han presentado mayores ventajas para su implementación en proyectos de guarderías de coral en los Parques Nacionales han sido los de tipo “tendedero” y “arbolito” (Tabla 2). En particular el método de tendedero tiene una capacidad media en términos del número de fragmentos que puede contener, y permite a los equipos de trabajo de las áreas protegidas mayor agilidad y relación costo-beneficio para la realización de las jornadas de mantenimiento, en términos de tiempo, materiales y suministros requeridos.

Así mismo se compararon distintas formas de trasplante tanto para colonias individuales como para el trasplante grupal. En el primer caso se ensayaron los métodos de fijación con masilla epóxica, fijación con cemento, sujeción a clavos con zunchos y sujeción directa a sustrato coralino muerto con zunchos; en el segundo caso se probó con el trasplante en hilera y trasplante en montículos de cemento sobre sustrato duro. Las variables que se tuvieron en cuenta fueron la facilidad de implementación de la técnica, costos generados, disponibilidad de materiales, tiempo requerido para la actividad y fijación de las colonias en distintos sustratos.

La totalidad de métodos de trasplante implementados presentaron resultados favorables ya que son de fácil implementación. Los tiempos para el desarrollo de la actividad fueron relativamente cortos y la fijación de

las colonias fue adecuada según el tipo de sustrato en cuestión. Sin embargo, se identificaron algunos inconvenientes con los costos de la masilla epóxica, lo que condiciona su implementación para trasplantes masivos, y en cuanto a la facilidad de encontrar una masilla más maleable y de tiempo de secado más

apropiado, ya que el material disponible a nivel nacional es de consistencia más fuerte y con tiempos de secado o muy rápidos (10 minutos) o demasiado lentos (24 horas), en comparación con la masilla extranjera que presenta una consistencia de arcilla blanda, con posibilidad de mezcla bajo el agua, y un

Tabla 1. Variables a incluir en un análisis comparativo de distintos tipos de guarderías y su valoración con su correspondencia numérica.

Variables	Correspondencia numérica		
	Alto	Medio	Bajo
Número fragmentos/ dispositivo	3	2	1
Espacio requerido	Bajo 3	Medio 2	Alto 1
Crecimiento	Alto 3	Medio 2	Bajo 1
Mortalidad	Bajo 3	Medio 2	Alto 1
Facilidad montaje	Alto 3	Medio 2	Bajo 1
Facilidad mantenimiento	Alto 3	Medio 2	Bajo 1
Costos mantenimiento	Bajo 3	Medio 2	Alto 1

Tabla 2. Análisis comparativo de distintos tipos de dispositivos sumergidos para el montaje de las guarderías.

Variables	Tendedero	Bandejas a media agua	Arbolito
Número fragmentos / dispositivo	2	3	1
Espacio requerido	3	1	3
Crecimiento	3	2	3
Mortalidad	3	2	3
Facilidad montaje	3	2	3
Facilidad mantenimiento	3	1	3
Costos mantenimiento	3	1	3
TOTAL	20	12	19

tiempo de secado de 40 minutos. Ante la dificultad de conseguir la masilla extranjera y los costos que genera la utilización de este material, se considera que presenta menos ventajas para su implementación en comparación con los otros métodos.

Marco lógico de un proyecto regional de conservación y recuperación de ecosistemas coralinos y posible vinculación de actores clave

Con el interés de dar continuidad al proceso se elaboró un proyecto para abordar el tema de manera integral con un primer componente de investigación-acción para definir las necesidades de repoblamiento de cada área, protocolos y requerimientos para su desarrollarlo e implementación. También un portafolio de proyectos prioritarios de investigación que contemplen aspectos ecológicos y genéticos (composición, estructura y función) y de monitoreo requeridos, incluyendo aspectos de estado, presión por cada área protegida participante, para ser implementado a través de convenios o alianzas con institutos de investigación.

Con el fin de hacer los procesos más eficientes, se plantea capacitar y actualizar a funcionarios y contratistas de la DTCA y las áreas sobre restauración y repoblamiento de corales. Además, considerando que los ecosistemas coralinos están expuestos a situaciones fortuitas como derrames de hidrocarburos, encallamiento de embarcaciones o huracanes, desde este componente se espera ajustar los planes de contingencia existentes en las áreas protegidas, como aspectos de sus respectivos planes de manejo, propiciando la gestión de recursos para implementar dichos planes y poder desarrollar de manera pertinente la respectiva evaluación, atención y recuperación de ecosistemas coralinos afectados.

Un segundo componente contempla la necesidad de abordar procesos de ordenamiento ambiental con actores sociales e institucionales con el fin de disminuir las presiones sobre los ecosistemas coralinos. Debido a que muchas de las presiones sobre los ecosistemas coralinos se originan por fuera de las áreas protegidas y están relacionados con deficientes esquemas de ordenamiento ambiental que propician su deterioro, tales como sedimentación o contaminación, se requiere participar de los procesos de ordenamiento ambiental

regional, buscando incidir con políticas o acciones concretas para la conservación de los corales. Para esto se plantea, elaborar un diagnóstico de presiones sobre los ecosistemas coralinos definiendo las necesidades de ordenamiento que se requieran, buscando concertar y poner en marcha acciones de ordenamiento, restauración participativa y fortalecimiento de las pautas de manejo con comunidades e instituciones involucradas. Un aspecto central de este componente es la definición e implementación de alternativas productivas sostenibles dirigidas hacia la población local que acuerdan disminuir las presiones sobre los ecosistemas coralinos.

En concordancia con el componente anterior, pero con énfasis en el cambio de actitudes y comportamientos hacia una relación más armónica entre los habitantes de la región y los ecosistemas coralinos, se espera elaborar y concertar un plan de gestión social, según las características de cada área, que busque la apropiación comunitaria sobre los aspectos claves para la conservación de corales y que permita disminuir las presiones y aumentar la gestión hacia la conservación de los ecosistemas coralinos y sus bienes y servicios frente al cambio global. Esto implica diseñar e implementar actividades y herramientas de comunicación, divulgación y educación para lograr incidir en el público en general, de manera que contribuyan en el futuro a la conservación de los ecosistemas coralinos.

Aunque el proyecto no cubre todas las acciones que las tres áreas protegidas realizan en función de la conservación de los ecosistemas coralinos y demás valores identificados, las actividades del proceso de conservación se articulan en la planificación de PNNC desde el Plan de Acción Institucional (PNNC 2011). Esta es “una herramienta de orientación y direccionamiento que permitirá a la entidad articular su gestión en los tres niveles, local, regional y nacional, con el fin de proyectar su gestión a largo plazo, tomar adecuadas decisiones y optimizar los recursos disponibles”. Según lo anterior, todas las actividades que propongan las áreas protegidas dentro de su Plan de Manejo deberán verse contempladas o reflejadas en algún componente del PAI, el cual también es el caso de las actividades orientadas a la conservación de arrecifes coralinos.

Discusión

Tal y como resume Riegl y Tsounis (2014), los arrecifes de coral están sujetos a impactos de nivel local, regional y de gran escala. En consecuencia, acciones puntuales, podrían mostrar resultados positivos relativamente fácil, siempre y cuando se mantengan a largo plazo.

Para las tres áreas protegidas, su cercanía a ciudades de interés turístico se traduce en una constante presión directa en términos de pesquería. Esta presión normalmente subestimada (Pauly y Zeller 2014) también se realiza en el PNN Old Providence, aunque de manera restrictiva y atendiendo a acuerdos de uso y manejo con pescadores raizales de la Isla de Providencia. Sin embargo en los PNN Tayrona y Corales los volúmenes de captura ilegal son considerables (Martínez-Viloria *et al.* 2014), realizados por pescadores artesanales del Distrito de Santa Marta y el de Cartagena, respectivamente. Ambos polos de desarrollo turístico en el Caribe colombiano. Por tanto, la DTCA con la participación de las tres áreas protegidas y personal del nivel nacional de PNNC, trabaja en un proceso de construir equipo con las autoridades locales, regionales y nacionales, a quienes les compete el ordenamiento pesquero. Además, en ejercicios locales de trabajo con pescadores se buscan acuerdos que contribuyan al manejo sostenible del recurso a través de la pesquería responsable. Igualmente se pretende a nivel local mantener y garantizar la intangibilidad de sitios prioritarios identificados en los correspondientes planes de manejo, de manera que presiones locales por turismo, navegación o pesca autorizada, no afecten la mejor expresión de los ecosistemas en cada una de las ecorregiones a las que corresponden.

Como se mencionó anteriormente, los arrecifes de coral son afectados por la sedimentación proveniente de las descargas de la gran cuenca del río de la Magdalena, la cual recoge aportes de grandes ríos como el Cauca, el San Jorge, el Cesar y el mismo río Magdalena. Detener esta “bola de nieve” se constituye en una acción prioritaria de ordenamiento en el país a largo plazo, que no tendrá resultados en el corto plazo pero que debe ser visualizada para empezar a

revertir y mitigar. Para abordarla hay que considerar la conservación de los manglares del complejo lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta y Canal del Dique, así como el mantenimiento de la funcionalidad de la Depresión Momposina. Dado que además el río Sinú es otra fuente de sedimentos, los manglares del Golfo de Morrosquillo juegan un papel de amortiguación igualmente importante, razón por la cual, la construcción de los Planes de Ordenamiento y Manejo de Unidades Ambientales Costeras, (POMIUAC), se constituyen en un escenario de trabajo importante considerado en la DTCA. Un aspecto que se pone a consideración en los procesos de acuerdos con los pobladores locales es que los acuerdos de conservación de reducción de presiones contemplen alternativas productivas sostenibles que se enfoquen en opciones diferentes a la pesquera en cercanías de las áreas arrecifales.

Ya que los corales en las tres áreas protegidas no están exentos de los efectos del cambio global ya evidenciados, es clara la necesidad de recuperar y fortalecer la resiliencia de las especies a través de diferentes mecanismos que ofrezcan opciones alternativas. Por tanto, se plantea abordar dentro del proceso acciones como las señaladas a continuación.

a) Salvamento de colonias grandes en peligro por sedimentación, o afectadas por actividades delictivas. Esto no solo para salvar al individuo por sí mismo sino por su significancia en términos genéticos de haber sobrevivido en el largo plazo a diferentes eventos extremos y poder transmitir su carga genética a futuras generaciones. En el procedimiento se tendrá en cuenta el manejo de aspectos como enfermedades y parásitos que pueda tener la colonia antes de llevar a su nueva ubicación, lo cual es una consideración dada por Rinkevich (2014). Igualmente se considera importante tener en cuenta el fenotipo y su adaptación a condiciones particulares según la zonación del arrecife, lo que implica desarrollar investigaciones que brinden el conocimiento requerido al momento de tomar decisiones.

b) Salvamento de mayor número de reclutas provenientes de la oferta larval con el fin de

favorecer la diversidad de los arrecifes. Esto implica tener conocimiento de las zonas fuente y de identificar las conectividades que operan en la región, lo que a su vez implica trabajar con otras organizaciones gubernamentales, institucionales, académicas e investigadores, así como con la comunidad en general, en procura de la conservación de los arrecifes “encadenados” en el Caribe. En el tema V. Pizarro y E. M. Alvarado (*com. pers.* 2014) han avanzado como docentes en la Universidad Jorge Tadeo Lozano, promoviendo la realización de tesis a partir de las cuales se recomienda la recolección de material reproductivo y favorecer su asentamiento *ex situ*, para favorecer la fertilización y supervivencia, ante la presencia de una masa de agua superficial no apta para la reproducción en el área de los arrecifes en el PNN Corales.

- c) Salvamento de las colonias supervivientes a eventos extremos de temperatura, sedimentación, oleaje u otra manifestación de cambio global. Es aquí en donde el proceso de guarderías y posterior trasplante juega un mayor papel. Sin embargo, se debe ser cuidadoso en no ampliar la clonación de fragmentos de oportunidad sin tener la claridad de la “historia” de cada uno, más aun si se considera que dichas colonias en el futuro liberarán más larvas que las colonias donadoras (Rinkevich 2014). Por ejemplo, revisar si la fragilidad de los fragmentos frente a la resiliencia y resistencia de las colonias en futuros eventos de corrientes u oleajes extremos en escenarios de cambio global.

Para las tres áreas protegidas el ejercicio de guarderías utilizando el método colgadero adquiere importancia en el comienzo del proceso de crecimiento. Esto no quiere decir que en el futuro no se puedan contemplar otras opciones que favorezcan el crecimiento de los individuos a la vez que facilita el trasplante posterior. Se inició el proceso con guarderías para corales del género *Acropora*, pero se evidencia la necesidad de trabajar en las especies *Montastrea faveolata*, *M. cavernosa* y *M. annularis*, así como en *Siderastrea siderea* y *Colpophyllia natans*, por ser las especies dominantes en muchas áreas coralinas del país y que además presentan una gran importancia estructural en los arrecifes ya que aportan considerablemente

a establecer su configuración tridimensional y, por ende, su funcionalidad. De todas maneras no se debe dejar de mantener guarderías de las dos especies de *Acropora*, ya que ellas siguen siendo las más susceptibles a eventos extremos de temperatura y se debe contribuir al mantenimiento permanente de estas poblaciones de crecimiento rápido, que a la vez ofrecen amplios espacios de refugio para la fauna íctica y macroinvertebrados en arrecifes someros.

Pensar en el producto futuro de un arrecife con sus características y su funcionalidad, requiere de contar con información específica de cada especie en cada área protegida. Por tanto se debe acopiar, a través de la investigación, conocimiento sobre genética y ecología que contribuyan a la definición de combinación de especies o asociaciones a escala de arrecife y paisaje que favorezcan la tridimensionalidad en el ecosistema. Dicho conocimiento deberá permitir priorizar en cada área protegida, cuáles, cuándo y cuánto de cada especie se debe trabajar dentro de los proyectos, según la velocidad de crecimiento y según la modelación de las variables en escenarios de cambio climático.

Dada la importancia para las áreas protegidas de este proceso, es relevante la articulación con los denominados en PNNC “verdaderos actores estratégicos” que, reconociendo las dificultades operativas en las áreas, estén dispuestos a:

- Determinar conjuntamente todos los aspectos a considerar y la estrategia de abordaje, para evitar fracasos masivos.
- Desarrollar de manera constante las actividades que se determinen.
- Discutir y analizar los resultados y dificultades.
- Compartir datos.
- Publicar, considerando el diálogo de saberes, los resultados y aprendizajes logrados.
- Elaborar nuevos proyectos.
- Apoyar decisiones de manejo en escenarios internos y públicos.
- Realizar monitoreos que brinden alertas tempranas diferenciadas de los efectos de los manejos

locales, regionales y globales sobre el estado de los ecosistemas coralinos.

La participación de diferentes actores en estos procesos debe convertirse en apoyos reales a lo que las entidades encargadas del manejo de estos recursos vienen adelantando. Además, deben existir reglas claras de acompañamiento y apoyo, ya que finalmente la responsabilidad del manejo de estos ecosistemas recae principalmente en las autoridades ambientales.

Para el logro de este reto y dadas las consideraciones de corto, medio y largo plazo a nivel local, regional y global, se plantea la importancia de la educación y la comunicación en los programas formales e informales. De tal manera, a medida que los corales crecen, se produce una nueva generación de jóvenes que contribuirán a hacer sostenible la conservación de los arrecifes.

Finalmente, ya que son procesos largos y costosos, se recomienda la inclusión en los planes de manejo actuales y futuros, de las necesidades de recursos y personal para abordar, mantener y crecer en el proceso de restauración, investigación, monitoreo, educación, divulgación y acciones de control en pro de la conservación de los ecosistemas coralinos y la generación de sus servicios ecosistémicos de cara al cambio global.

Agradecimientos

El PNN Corales agradece a todo el equipo de trabajo vinculado al proyecto de restauración coralina: Ameth Vargas, Luis Londoño, Alejandro Pacheco y Diego Duque; a los jefes de área protegida que han apoyado el proyecto: C. C. Carlos Andrés Martínez, C. C. Juan José Sierra y C. C. Mario Cabezas; a actores clave en el proceso: Rafael Vieira, Jaime Rojas y Ludovica Rodríguez (CEINER), Ken Nedimyer (Coral Restoration Foundation), Mauricio Duque y Mónica Herrera (Fundación Corales Vivos), y a la Fundación Corecol (Conservación y Recuperación de Ecosistemas Estratégicos de Colombia). Igualmente el PNN Tayrona reconoce el trabajo de su equipo y a Gustavo Sánchez, Marta Elena Jiménez, John Jairo Restrepo, jefes del área protegida entre 2009 y 2014, quienes han considerado en la planeación

la continuidad del proyecto. El entusiasmo e interés por la conservación de los corales por parte de investigadores de la Universidad Jorge Tadeo Lozano y estudiantes de la Universidad Nacional contribuyeron a generar conocimiento básico de referencia para el proceso. El PNN Old Providence agradece la colaboración del equipo operativo del Parque, en especial la contribución de Santiago Posada, técnico contratista quién ha sido vital para alcanzar los objetivos planteados; así mismo agradece a los pescadores que han venido acompañando el proceso y a la Ecohamlet Foundation por el apoyo administrativo. También, especiales agradecimientos a Valeria Pizarro por sus continuas y permanentes asesorías. Un agradecimiento especial a la Directora Territorial Caribe, Luz Elvira Angarita quien se ha constituido en un pilar para darle continuidad al proceso, el cual hubiera sucumbido en el maremagnum cotidiano sin su decidido apoyo. Igualmente valiosas han sido las contribuciones de Jairo M. García, Fernando de Jesús Orozco Quintero y en particular a los evaluadores y editores que tuvieron a su cargo la revisión del documento.

Bibliografía

- Acero, A. 1985. Zoogeographical implications of the distribution of selected families of Caribbean coral reef fishes. *Proceedings of the Fifth International Coral Reef Congress, Tahiti* 5: 433-438
- Acropora* Biological Review Team. 2005. Atlantic *Acropora* Status Review Document. Report to National Marine Fisheries Service, Southeast Regional Office. 152 pp.
- Aguilera, M. 2006. El Canal del Dique y su subregión: una economía basada en la riqueza hídrica. Documento de trabajo sobre economía sub regional. Banco de la República. Bogotá. 87 pp.
- Alvarado, E., V. Pizarro y A. Sarmiento-Segura. 2011. Formaciones arrecifales. Capítulo 9. Pp. 109-123. *En: Zarza, E. (Ed.). El entorno ambiental del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo. Parques Nacionales Naturales del Colombia, Banco Mundial, Global Environment Facility (GEF), Patrimonio Natural. Cartagena de Indias, Colombia. 416 pp.*
- Appeldoorn, R. S., P. M. Yoshioka y D. L. Ballantine. 2009. Coral reef ecosystem studies: Integrating science and management in the Caribbean. *Caribbean Journal of Science* 45 (2-3): 134-137.

- Ardila, N., G. R. Navas y J. O. Reyes. 2002. Libro Rojo de invertebrados marinos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 177 pp.
- Baums, I. B., M. W. Miller y M. E. Hellberg. 2005. Regionally isolated populations of an imperiled Caribbean coral *Acropora palmata*. *Molecular Ecology* 14: 1377–1390.
- Baums, I. B. 2008. A restoration genetics guide for coral reef conservation. *Molecular Ecology* 17: 2796–2811.
- Bruckner, A. W. 2002. Proceedings of the Caribbean *Acropora* workshop: potential application of the U. S. endangered species act as a conservation strategy. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-24, Silver Spring, MD. 199 pp.
- Cortés, M. L. y N. H. Campos. 1999. Crustáceos decápodos de fondos blandos en la franja costera del departamento del Magdalena, Caribe colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (89): 603-614.
- Díaz-M., J. M. y D. I. Gómez-López (Eds.). 2000. Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera PNIBM. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andreis (Invemar), Fonade y Ministerio del Medio Ambiente. Santa Marta, Colombia. 80 pp.
- Díaz, J., L. Barrios, M. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Ángel, F. Zapata y S. Zea. 2000. Áreas coralinas de Colombia. Invemar. Serie de Publicaciones Especiales 5. Santa Marta, 176 pp.
- Díaz, J. M. 1995. Zoogeography of marine gastropod in the southern Caribbean: a new look at provinciality. *Caribbean Journal of Science* 31: 104-121.
- Edwards, A. J. (Ed.). 2010. Reef rehabilitation manual. Coral reef targeted research & capacity building for management program. St Lucia, Australia. 166 pp.
- Edwards A. J. y E. D. Gómez 2007. Restauración arrecifal. Conceptos y recomendaciones: tomando decisiones de gestión sensatas ante la incertidumbre. Versión en español de “Reef restoration concepts & guidelines: making sensible management choices in the face of uncertainty”. Coral ref. Targeted research & capacity building for management program. St. Lucia, Australia. 38 pp.
- Friedlander, A., R. Navas, M. Prada, A. Rodríguez-Ramírez, S. y S. E. Zea S. 2014. Colombia. Pp. 196-201. *En: Jackson J. B. C., M. K. Donovan, K. L. Cramer y V. V. Lam (Eds.). Status and Trends of Caribbean coral reefs: 1970-2012. Global coral reef monitoring network, IUCN. Gland, Switzerland.*
- Gladfelter, E. H., R. K. Monahan y W. B. Gladfelter. 1978. Growth rates of five reef-building corals in the northeastern Caribbean. *Bulletin of Marine Science* 28 (4): 728-734.
- Jackson J. B. C., M. K. Donovan, K. L. Cramer y V. V. Lam (Eds.). 2014. Status and trends of Caribbean coral reefs: 1970-2012. Global coral reef monitoring network, IUCN, Gland, Switzerland. 304 pp.
- Lirman, D. 1999. Reef fish communities associated with *Acropora palmata*: relationships to benthic attributes. *Bulletin of Marine Science* 65 (1): 235-252.
- Martínez-Viloria, H., J. C. Narváez Barandica, P. Saldaña, L. E. Angarita, R. Franke, M. Cano, C. García, L. Martínez, C. López, A. Castro, S. Posada, C. Gómez, E. Bruges y E. Viloria-Maestre. 2014. Análisis sobre el uso y aprovechamiento de recursos hidrobiológicos en áreas protegidas de Parques Nacionales Naturales en el Caribe de Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 43 (2) (en prensa).
- Navas-Camacho, R., K. Gómez-Campo, J. C. Vega-Sequeda y T. López Londoño y D. L. Duque. A. Abril y N. Bolaños. 2010. Estado de los arrecifes coralinos. Pp. 75-100. *En: Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia. Año 2009. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta, Colombia.*
- Pauly D. y D. Zeller. 2014. Accurate catches and the sustainability of coral reef fisheries. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 7: 44-51.
- PNNC- Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2011. Plan de Acción Institucional Parques Nacionales Naturales de Colombia 2011-2109. Bogotá, D. C. 57 pp.
- Puentes-Aguilar, J. M., A. Fentes-Baca y E. M. C. Jarro-Fajardo. 2013. Estrategia nacional de restauración ecológica de Parques Nacionales Naturales de Colombia. PNNC-Documento borrador. 55 pp.
- Ramírez, G. 1987. Características hidroquímicas y composición química de los sedimentos de la Bahía de Nenguange, Caribe colombiano. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betón* 17: 15-26.
- Restrepo-Ángel, J. D. y E. M. Alvarado. 2011. Capítulo 7. Los sedimentos del río Magdalena y su impacto sobre los arrecifes coralinos de las Islas del Rosario: una prioridad de investigación nacional. Pp. 78-94. *En: Zarza, E. (Ed.). El entorno ambiental del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo. Parques Nacionales Naturales del Colombia, Banco Mundial, Global Environment Facility (GEF), Patrimonio Natural. Cartagena de Indias, Colombia. 416 pp.*
- Riegl, B. y G. Tsounis. 2014. Editorial overview: Environmental change issues: coral reefs sustainability and its challenges. *Current opinion in environmental sustainability* 7: 4-7

- Rinkevich, B. 2014. Rebuilding coral reefs: does active reef restoration lead to sustainable reefs? *Current Opinion in Environmental Sustainability* 7: 28-36.
- Rodríguez, A., N. Santodomingo y P. Lozano. 2007. Línea base sobre las formaciones coralinas del Parque Nacional Natural Old Providence McBean Lagoon. Santa Marta. Informe final Convenio 001 UAESPNN – Invemar. 42 pp.
- Shafir, S., J. van Rijn y B. Rinkevich. 2006. A mid-water coral nursery. Pp. 1674-1679. *En: Proceedings of 10th International Coral Reef Symposium*. Okinawa, Japan.
- Vega-Sequeda, J., A. Rodríguez-Ramírez, M. C. Reyes-Nivia y R. Navas-Camacho. 2008. Formaciones coralinas del área de Santa Marta: estado y patrones de distribución espacial de la comunidad bentónica. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 37 (2): 87-105.
- Weil, E., E. A. Hernández-Delgado, A. W. Bruckner, A. L. Ortiz, M. Nemeth y H. Ruiz. 2002. Distribution and status of Acroporid coral (Scleractinia) populations in Puerto Rico. Pp. 71-98. *En: A. W. Bruckner (Ed.) Proceedings of the Caribbean Acropora workshop: potential application of US endangered species act as a conservation strategy NOAA. Technical Memorandum NMFS-OPR-24, Silver Spring, MD.*

Rebeca Franke-Ante
Parque Nacionales Naturales de Colombia
Dirección Territorial Caribe
rebeca.franke@parquesnacionales.gov.co

Esteban Zarza
Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo
esteban.zarza@gmail.com

Marcela Cano-Correa
Parque Nacional Natural Old Providence McBeanLagoon
marcela.cano@parquesnacionales.gov.co

Juan A. Wong-Lubo
Parque Nacional Natural Tayrona
wonglubo@gmail.com

Elkin Hernández
Parque Nacional Natural Tayrona
elkinhernandezrolon@gmail.com

Aportes a la consolidación de un proceso regional para la conservación de arrecifes coralinos: ensayos para la estandarización de metodologías para el repoblamiento de especies amenazadas del género *Acropora* en tres Parques Nacionales Naturales del Caribe colombiano

Cítese como: Franke-Ante, R., E. Zarza, M. Cano-Correa, J. A. Wong-Lubo y E. Hernández. 2014. Aportes a la consolidación de un proceso regional para la conservación de arrecifes coralinos: ensayos para la estandarización de metodologías para el repoblamiento de especies amenazadas del género *Acropora* en tres Parques Nacionales Naturales del Caribe colombiano. *Biota Colombiana* 15 (Supl. 2): 114-131.

Recibido: 6 de septiembre de 2014
Aprobado: 30 de abril de 2015

Guía para autores

(www.humboldt.org.co/biota)

Preparación del manuscrito

El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del autor(es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Los trabajos pueden estar escritos en español, inglés o portugués, y se recomienda que no excedan las 40 páginas (párrafo espaciado a 1,5 líneas) incluyendo tablas, figuras y anexos. En casos especiales el editor podrá considerar la publicación de trabajos más extensos, monografías o actas de congresos, talleres o simposios. De particular interés para la revista son las descripciones de especies nuevas para la ciencia, nuevos registros geográficos y listados de la biodiversidad regional.

Para la elaboración de los textos del manuscrito se puede usar cualquier procesador de palabras (preferiblemente Word); los listados (a manera de tabla) deben ser elaborados en una hoja de cálculo (preferiblemente Excel). Para someter un manuscrito es necesario además anexar una carta de intención en la que se indique claramente:

1. Nombre(s) completo(s) del(los) autor(es), y direcciones para envío de correspondencia (es indispensable suministrar una dirección de correo electrónico para comunicación directa).
2. Título completo del manuscrito.
3. Nombres, tamaños y tipos de archivos suministrados.
4. Lista mínimo de tres revisores sugeridos que puedan evaluar el manuscrito, con sus respectivas direcciones electrónicas.

Evaluación del manuscrito

Los manuscritos sometidos serán revisados por pares científicos calificados, cuya respuesta final de evaluación puede ser: a) *aceptado* (en cuyo caso se asume que no existe ningún cambio, omisión o adición al artículo, y que se recomienda su publicación en la forma actualmente presentada); b) *aceptación condicional* (se acepta y recomienda el artículo para su publicación solo si se realizan los cambios indicados por el evaluador); y c) *rechazo* (cuando el evaluador considera que los contenidos o forma de presentación del artículo no se ajustan a los requerimientos y estándares de calidad de *Biota Colombiana*).

Texto

- Para la presentación del manuscrito configure las páginas de la siguiente manera: hoja tamaño carta, márgenes de 2,5 cm en todos los lados, interlineado 1,5 y alineación hacia la izquierda (incluyendo título y bibliografía).
- Todas las páginas de texto (a excepción de la primera correspondiente al título), deben numerarse en la parte inferior derecha de la hoja.

- Use letra Times New Roman o Arial, tamaño 12 puntos en todos los textos. Máximo 40 páginas, incluyendo tablas, figuras y anexos. Para tablas cambie el tamaño de la fuente a 10 puntos. Evite el uso de negritas o subrayados.
- Los manuscritos debe llevar el siguiente orden: título, resumen y palabras clave, abstract y key words, introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones (optativo), agradecimientos (optativo) y bibliografía. Seguidamente, presente una página con la lista de tablas, figuras y anexos. Finalmente, incluya las tablas, figuras y anexos en tablas separadas, debidamente identificadas.
- Escriba los nombres científicos de géneros, especies y subespecies en cursiva (itálica). Proceda de la misma forma con los términos en latín (p. e. *sensu, et al.*). No subraye ninguna otra palabra o título. No utilice notas al pie de página.
- En cuanto a las abreviaturas y sistema métrico decimal, utilice las normas del Sistema Internacional de Unidades (SI) recordando que siempre se debe dejar un espacio libre entre el valor numérico y la unidad de medida (p. e. 16 km, 23 °C). Para medidas relativas como m/seg., use m.seg⁻¹.
- Escriba los números del uno al diez siempre con letras, excepto cuando preceden a una unidad de medida (p. e. 9 cm) o si se utilizan como marcadores (p. e. parcela 2, muestra 7).
- No utilice punto para separar los millares, millones, etc. Utilice la coma para separar en la cifra la parte entera de la decimal (p. e. 3,1416). Enumere las horas del día de 0:00 a 24:00.
- Expresé los años con todas las cifras sin demarcadores de miles (p. e. 1996-1998). En español los nombres de los meses y días (enero, julio, sábado, lunes) siempre se escriben con la primera letra minúscula, no así en inglés.
- Los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) siempre deben ser escritos en minúscula, a excepción de sus abreviaturas N, S, E, O (en inglés W), etc. La indicación correcta de coordenadas geográficas es como sigue: 02°37'53''N-56°28'53''O. La altitud geográfica se citará como se expresa a continuación: 1180 m s.n.m. (en inglés 1180 m a.s.l.).
- Las abreviaturas se explican únicamente la primera vez que son usadas.
- Al citar las referencias en el texto mencione los apellidos de los autores en caso de que sean uno o dos, y el apellido del primero seguido por *et al.* cuando sean tres o más. Si menciona varias referencias, éstas deben ser ordenadas cronológicamente y separadas por comas (p. e. Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- RESUMEN: incluya un resumen de máximo 200 palabras, tanto en español o portugués como inglés.
- PALABRAS CLAVE: máximo seis palabras clave, preferiblemente complementarias al título del artículo, en español e inglés.

Agradecimientos

Opcional. Párrafo sencillo y conciso entre el texto y la bibliografía. Evite títulos como Dr., Lic., TSU, etc.

Fotografías, figuras, tablas y anexos

Refiera las figuras (gráficas, diagramas, ilustraciones y fotografías) sin abreviación (p. e. Figura 3) al igual que las tablas (p. e. Tabla 1). Gráficos (p. e. CPUE anuales) y figuras (histogramas de tallas), preferiblemente en blanco y negro, con tipo y tamaño de letra uniforme. Deben ser nítidas y de buena calidad, evitando complejidades innecesarias (por ejemplo, tridimensionalidad en gráficos de barras); cuando sea posible use solo colores sólidos en lugar de tramas. Las letras, números o símbolos de las figuras deben ser de un tamaño adecuado de manera que sean claramente legibles una vez reducidas. Para el caso de las fotografías y figuras digitales es necesario que estas sean guardadas como formato tiff con una resolución de 300 dpi. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertarla.

Lo mismo aplica para las tablas y anexos, los cuales deben ser simples en su estructura (marcos) y estar unificados. Presente las tablas en archivo aparte (Excel), identificadas con su respectivo número. Haga las llamadas a pie de página de tabla con letras ubicadas como superíndice. Evite tablas grandes sobrecargadas de información y líneas divisorias o presentadas en forma compleja. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertar tablas y anexos.

Bibliografía

Contiene únicamente la lista de las referencias citadas en el texto. Ordénelas alfabéticamente por autores y cronológicamente para un mismo autor. Si hay varias referencias de un mismo autor(es) en el mismo año, añada las letras a, b, c, etc. No abrevie los nombres de las revistas. Presente las referencias en el formato anexo, incluyendo el uso de espacios, comas, puntos, mayúsculas, etc.

ARTÍCULO EN REVISTAS

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

LIBROS, TESIS E INFORMES TÉCNICOS

Libros: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 118 pp.

Tesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C., 160 pp.

Informes técnicos: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., 80 pp.

Capítulo en libro o en informe: Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). *Insectos de Colombia. Estudios Escogidos.* Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

Resumen en congreso, simposio, talleres: Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

PÁGINAS WEB

No serán incluidas en la bibliografía, sino que se señalarán claramente en el texto al momento de mencionarlas.

Guidelines for authors

(www.humboldt.org.co/biota)

Manuscript preparation

Submitting a manuscript implies the explicit statement by the author(s) that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Papers can be written in Spanish, English or Portuguese and it is recommended not exceeding 40 pages (with paragraphs spaced at 1,5) including tables, figures and Annex. For special cases, the editor could consider publishing more extensive papers, monographs or symposium conclusions. New species descriptions for science, new geographic records and regional biodiversity lists are of particular interest for this journal.

Any word-processor program may be used for the text (Word is recommended). taxonomic list or any other type of table, should be prepared in spreadsheet application (Excel is recommended). To submit a manuscript must be accompanied by a cover letter which clearly indicate s:

1. Full names, mailing addresses and e-mail addresses of all authors. (Please note that email addresses are essential to direct communication).
2. The complete title of the article.
3. Names, sizes, and types of files provide.
4. A list of the names and addresses of at least three (3) reviewers who are qualified to evaluate the manuscript.

Evaluation

Submitted manuscript will have a peer review evaluation. Resulting in any of the following: a) *accepted* (in this case we assume that no change, omission or addition to the article is required and it will be published as presented.); b) *conditional acceptance* (the article is accepted and recommended to be published but it needs to be corrected as indicated by the reviewer); and c) *rejected* (when the reviewer considers that the contents and/or form of the paper are not in accordance with requirements of publication standards of *Biota Colombiana*).

Text

- The manuscript specifications should be the following: standard letter size paper, with 2.5 cm margins on all sides, 1.5-spaced and left-aligned (including title and bibliography).
- All text pages (with the exception of the title page) should be numbered. Pages should be numbered in the lower right corner.
- Use Times New Roman or Arial font, size 12, for all texts. Use size 10 text in tables. Avoid the use of bold or underlining. 40 pages maximum, including tables, figures and annex. For tables use size 10 Times New Roman or Arial Font (the one used earlier).
- The manuscripts must be completed with the following order: title, abstract and key words, then in Spanish Título, Resumen y Palabras claves. Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, conclusions (optional), acknowledgements (optional) and bibliography. Following include a page with the Table, Figure and Annex list. Finally tables, figures and annex should be presented and clearly identified in separate tables.
- Scientific names of genera, species and subspecies should be written in italic. The same goes for Latin technical terms (i.e. sensu, *et al.*). Avoid the use of underlining any word or title. Do not use footnotes.
- As for abbreviations and the metric system, use the standards of the International System of Units (SI) remembering that there should always be a space between the numeric value and the measure unit (e.g., 16 km, 23 °C). For relative measures such as m/sec, use m.sec⁻¹.
- Write out numbers between one to ten in letters except when it precedes a measure unit (e.g., 9 cm) or if it is used as a marker (e.g., lot 9, sample 7).
- Do not use a point to separate thousands, millions, etc. Use a comma to separate the whole part of the decimal (e.g., 3,1416). Numerate the hours of the from 0:00 to 24:00. Express years with all numbers and without marking thousands (e.g., 1996-1998). In Spanish, the names of the months and days (enero, julio, sábado, lunes) are always written with the first letter as a lower case, but it is not this way in English.
- The cardinal points (north, south, east, and west) should always be written in lower case, with the exception of abbreviations N, S, E, O (in English NW), etc. The correct indication of geographic coordinates is as follows: 02°37'53"N-56°28'53"W. The geographic altitude should be cited as follows: 1180 m a.s.l.
- Abbreviations are explained only the first time they are used.

- When quoting references in the text mentioned author's last names when they are one or two, and et al. after the last name of the first author when there are three or more. If you mention many references, they should be in chronological order and separated by commas (e.g., Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- ABSTRACT: include an abstract of 200 words maximum, in Spanish, Portuguese or English.
- KEY WORDS: six key words maximum, complementary to the title.

Pictures, Figures, Tables and Annex

- Figures (graphics, diagrams, illustrations and photographs) without abbreviation (e.g. Figure 3) the same as tables (e.g., Table 1). Graphics and figures should be in black and white, with uniform font type and size. They should be sharp and of good quality, avoiding unnecessary complexities (e.g., three dimensions graphics). When possible use solid color instead of other schemes. The words, numbers or symbols of figures should be of an adequate size so they are readable once reduced. Digital figures must be sent at 300 dpi and in .tiff format. Please indicate in which part of the text you would like to include it.
- The same applies to tables and annexes, which should be simple in structure (frames) and be unified. Present tables in a separate file (Excel), identified with their respective number. Make calls to table footnotes with superscript letters above. Avoid large tables of information overload and fault lines or presented in a complex way. It is appropriate to indicate where in the text to insert tables and annexes.

Bibliography

References in bibliography contains only the list of references cited in the text. Sort them alphabetically by authors and chronologically by the same author. If there are several references by the same author(s) in the same year, add letters a, b, c, etc. Do not abbreviate journal names. Present references in the attached format, including the use of spaces, commas, periods, capital letters, etc.

JOURNAL ARTICLE

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

BOOK, THESIS, TECHNICAL REVIEWS

Book: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. 118 pp.

Thesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C. 160 pp.

Technical reviews: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe

Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. 80 pp.

Book chapter or in review: Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). Insectos de Colombia. Estudios Escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

Symposium abstract: Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

WEB PAGES

Not be included in the literature, but clearly identified in the text at the time of mention.

Guía para autores - Artículos de Datos

www.humboldt.org.co/biota - biotacol@humboldt.org.co | www.sibcolombia.net - sib+iac@humboldt.org.co

El objetivo de esta guía es establecer y explicar los pasos necesarios para la elaboración de un manuscrito con el potencial de convertirse en artículo de datos para ser publicado en la revista *Biota Colombiana*. En esta guía se incluyen aspectos relacionados con la preparación de datos y el manuscrito.

¿Qué es un artículo de datos?

Un artículo de datos o *Data Paper* es un tipo de publicación académica que ha surgido como mecanismo para incentivar la publicación de datos sobre biodiversidad, a la vez que es un medio para generar reconocimiento académico y profesional adecuado a todas las personas que intervienen de una manera u otra en la gestión de información sobre biodiversidad.

Los artículos de datos contienen las secciones básicas de un artículo científico tradicional. Sin embargo, estas se estructuran de acuerdo a un estándar internacional para metadatos (información que le da contexto a los datos) conocido como el *GBIF Metadata Profile* (GMP)¹. La estructuración del manuscrito con base en este estándar se da, en primer lugar, para facilitar que la comunidad de autores que publican conjuntos de datos a nivel global, con presencia en redes como la *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) y otras redes relacionadas, puedan publicar fácilmente artículos de datos obteniendo el reconocimiento adecuado a su labor. En segundo lugar, para estimular que los autores de este tipo de conjuntos de datos que aún no han publicado en estas redes de información global, tengan los estímulos necesarios para hacerlo.

Un artículo de datos debe describir de la mejor manera posible el quién, qué, dónde, cuándo, por qué y cómo de la toma y almacenamiento de los datos, sin llegar a convertirse en el medio para realizar un análisis exhaustivo de los mismos, como sucede

en otro tipo de publicaciones académicas. Para profundizar en este modelo de publicación se recomienda consultar a Chavan y Penev (2011)².

¿Qué manuscritos pueden llegar a ser artículos de datos?

Manuscritos que describan conjuntos de datos primarios y originales que contengan registros biológicos (captura de datos de la presencia de un(os) organismo(s) en un lugar y tiempo determinados); información asociada a ejemplares de colecciones biológicas; listados temáticos o geográficos de especies; datos genómicos y todos aquellos datos que sean susceptibles de ser estructurados con el estándar *Darwin Core*³ (DwC). Este estándar es utilizado dentro de la comunidad de autores que publican conjuntos de datos sobre biodiversidad para estructurar los datos y de esta manera poder consolidarlos e integrarlos desde diferentes fuentes a nivel global. No se recomienda someter manuscritos que describan conjuntos de datos secundarios, como por ejemplo compilaciones de registros biológicos desde fuentes secundarias (p.e. literatura o compilaciones de registros ya publicados en redes como GBIF o IABIN).

Preparación de los datos

Como se mencionó anteriormente los datos sometidos dentro de este proceso deben ser estructurados en el estándar DwC. Para facilitar su estructuración, el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia), ha creado dos plantillas en Excel, una para registros biológicos y otra para listas de especies. Lea y siga detenidamente las instrucciones de las plantillas para la estructuración de los datos a publicar. Para cualquier duda sobre el proceso de estructuración de estos datos por favor contactar al equipo coordinador del SiB Colombia (EC-SiB) en sib+iac@humboldt.org.co.

¹ Wiecezorek, J. 2011. Perfil de Metadatos de GBIF: una guía de referencia rápida. *En:* Wiecezorek, J. The GBIF Integrated Publishing Toolkit User Manual, version 2.0. Traducido y adaptado del inglés por D. Escobar. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, 23p. Disponible en <http://www.sibcolombia.net/repositorio-de-documentos>.

² Chavan, V. y L. Penev. 2011. The data paper: The mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. *BMC Bioinformatics* 12 (Suppl 15): S2.

³ TDWG. 2011. *Darwin Core*: una guía de referencia rápida. (Versión original producida por TDWG, traducida al idioma español por Escobar, D.; versión 2.0). Bogotá: SiB Colombia, 33 pp. Disponible en <http://www.sibcolombia.net/repositorio-de-documentos>

Preparación del manuscrito

Para facilitar la creación y estructuración del manuscrito en el estándar GMP, se cuenta con la ayuda de un editor electrónico (<http://ipt.sibcolombia.net/biota>) que guiará al autor en dicho proceso y que finalmente generará una primera versión del manuscrito. Se recomienda el uso del manual GMP, como una guía de la información a incluir en cada sección del manuscrito, junto con el anexo 1.

Pasos a seguir para la elaboración del manuscrito:

1. Solicite al correo sib+iac@humboldt.org.co el acceso al editor electrónico. El EC-SiB le asignará un usuario y contraseña.
2. Ingrese con su usuario y contraseña al editor electrónico, luego diríjase a la pestaña *Gestión de recursos* y cree un nuevo recurso asignando un nombre corto a su manuscrito usando el formato “AcrónimoDeLaInstitución_año_tipoDeConjuntoDeDatos”, p.e. ABC_2010_avestinije y dar clic en el botón crear.
3. En la vista general del editor seleccione “editar” en la pestaña *Metadatos* (por favor, no manipule ningún otro elemento), allí encontrará diferentes secciones (panel derecho) que lo guiarán en la creación de su manuscrito. Guarde los cambios al finalizar cada sección, de lo contrario perderá la información. Recuerde usar el manual GMP. A continuación se presentan algunas recomendaciones para la construcción del manuscrito. Las secciones se indican en MAYUSCULAS y los elementos de dichas secciones en **negrilla**.
 - En PARTES ASOCIADAS incluya únicamente aquellas personas que no haya incluido en INFORMACIÓN BÁSICA.
 - Los DATOS DEL PROYECTO y DATOS DE LA COLECCIÓN son opcionales según el tipo de datos. En caso de usar dichas secciones amplíe o complemente información ya suministrada, p. ej. no repita información de la **descripción** (COBERTURA GEOGRÁFICA) en la **descripción del área de estudio** (DATOS DEL PROYECTO).
 - De igual manera, en los MÉTODOS DE MUESTREO, debe ampliar o complementar información, no repetirla. La información del **área de estudio** debe dar un contexto específico a la metodología de muestreo.
 - Es indispensable documentar el **control de calidad** en MÉTODOS DE MUESTREO. Acá se debe describir que herramientas o protocolos se utilizaron para garantizar

la calidad y coherencia de los datos estructurados con el estándar DwC.

- Para crear la **referencia del recurso**, en la sección REFERENCIAS, utilice uno de los dos formatos propuestos (Anexo 2). No llene el **identificador de la referencia**, este será suministrado posteriormente por el EC-SiB.
 - Para incluir la bibliografía del manuscrito en **referencias**, ingrese cada una de las citas de manera individual, añadiendo una nueva referencia cada vez haciendo clic en la esquina inferior izquierda.
4. Rectifique que el formato de la información suministrada cumpla con los lineamientos de la revista (p. ej. abreviaturas, unidades, formato de números etc.) en la Guía general para autores de *Biota Colombiana*.
 5. Una vez incluida y verificada toda la información en el editor electrónico notifique al EC-SiB al correo electrónico sib+iac@humboldt.org.co, indicando que ha finalizado la edición del manuscrito. Adicionalmente adjunte la plantilla de Excel con los datos estructurados (elimine todas las columnas que no utilizó). El EC-SiB realizará correcciones y recomendaciones finales acerca de la estructuración de los datos y dará las instrucciones finales para que usted proceda a someter el artículo.

Someter el manuscrito

Una vez haya terminado la edición de su manuscrito y recibido las instrucciones por parte del EC-SiB, envíe una carta al correo electrónico biotacol@humboldt.org.co para someter su artículo, siguiendo las instrucciones en la Guía general para autores de *Biota Colombiana*.

Recuerde adjuntar:

- Plantilla de Excel con la última versión de los datos revisada por el EC-SiB.
- Documento de Word con las figuras y tablas seguidas de una lista las mismas.

Cuando finalice el proceso, sus datos se harán públicos y de libre acceso en los portales de datos del SiB Colombia y GBIF. Esto permitirá que sus datos estén disponibles para una audiencia nacional e internacional, manteniendo siempre el crédito para los autores e instituciones asociadas.

Anexo 1. Estructura base de un artículo de datos y su correspondencia con el editor electrónico basado en el GMP.

SECCIÓN/SUBSECCIÓN	CORRESPONDENCIA CON LOS ELEMENTOS DEL EDITOR ELECTRÓNICO
TÍTULO	Derivado del elemento título .
AUTORES	Derivado de los elementos creador del recurso, proveedor de los metadatos y partes asociadas .
AFILIACIONES	Derivado de los elementos creador del recurso, proveedor de los metadatos y partes asociadas . De estos elementos, la combinación de organización, dirección, código postal, ciudad, país y correo electrónico , constituyen la afiliación.
AUTOR DE CONTACTO	Derivado de los elementos creador del recurso y proveedor de los metadatos.
CITACIÓN	Para uso de los editores.
CITACIÓN DELE RECURSO	Derivada del elemento referencia del recurso .
RESUMEN	Derivado del elemento resumen . Máximo 200 palabras.
PALABRAS CLAVE	Derivadas del elemento palabras clave . Máximo seis palabras.
ABSTRACT	Derivado del elemento abstract . Máximo 200 palabras.
KEY WORDS	Derivadas del elemento key words . Máximo seis palabras.
INTRODUCCIÓN	Derivado del elemento propósito (de las secciones Introducción y Antecedentes). Se sugiere un breve texto para introducir las siguientes secciones. Por ejemplo, historia o contexto de la colección biológica o proyecto en relación con los datos descritos, siempre y cuando no se repita información en las subsecuentes secciones.
Datos del proyecto	Derivada de los elementos de la sección Datos del proyecto: título, nombre, apellido, rol, fuentes de financiación, descripción del área de estudio y descripción del proyecto .
Cobertura taxonómica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura taxonómica: descripción, nombre científico, nombre común y categoría .
Cobertura geográfica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura geográfica: descripción, latitud mínima, latitud máxima, longitud mínima, longitud máxima .
Cobertura temporal	Derivada de los elementos de la sección Cobertura temporal: tipo de cobertura temporal .
Datos de la colección	Derivada de los elementos de la sección Datos de la colección: nombre de la colección, identificador de la colección, identificador de la colección parental, método de preservación de los especímenes y unidades curatoriales .
MATERIAL Y MÉTODOS	Derivado de los elementos de la sección Métodos de muestreo: área de estudio, descripción del muestreo, control de calidad, descripción de la metodología paso a paso .
RESULTADOS	
Descripción del conjunto de datos	Derivado de los elementos de las secciones Discusión y Agradecimientos, contiene información del formato de los datos y metadatos: nivel de jerarquía, fecha de publicación y derechos de propiedad intelectual .
DISCUSIÓN	Se deriva del elemento discusión . Un texto breve (máximo 500 palabras), que puede hacer referencia a la importancia, relevancia, utilidad o uso que se le ha dado o dará a los datos en publicaciones existentes o en posteriores proyectos.
AGRADECIMIENTOS	Se deriva del elemento agradecimientos .
BIBLIOGRAFÍA	Derivado del elemento bibliografía .

Anexo 2. Formatos para llenar el elemento referencia del recurso.

La referencia del recurso es aquella que acompañará los datos descritos por el artículo, públicos a través de las redes SiB Colombia y GBIF. Tenga en cuenta que esta referencia puede diferir de la del artículo. Para mayor información sobre este elemento contacte al EC-SiB. Aquí se sugieren dos formatos, sin embargo puede consultar otros formatos establecidos por GBIF⁴.

TIPO DE RECURSO	PLANTILLA	EJEMPLO
El conjunto de datos que el manuscrito describe es resultado de un proyecto de carácter institucional o colectivo con múltiples participantes.	<Institución publicadora/ Grupo de investigación> <(Año)>, <Título del recurso/Artículo>. <Número total de registros>, <aportados por:> <parte asociada 1 (rol), parte asociada 2 (rol) (...)>. <En línea,> <url del recurso>. <Publicado el DD/MM/AAAA>.	Centro Nacional de Biodiversidad (2013). Vertebrados de la cuenca de la Orinoquia. 1500 registros, aportados por Pérez, S. (Investigador principal, proveedor de contenidos, proveedor de metadatos), M. Sánchez (Procesador), D. Valencia (Custodio, proveedor de metadatos), R. Rodríguez (Procesador), S. Sarmiento (Publicador), V. B. Martínez (Publicador, editor). En línea, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin , publicado el 01/09/2013.
El conjunto de datos que el manuscrito describe es resultado de una iniciativa personal o de un grupo de investigación definido.	<Parte asociada 1, parte asociada 2 (...)> <(Año)>, <Título del recurso/Artículo>, <Número total de registros>, <en línea,> <url del recurso>. <Publicado el DD/MM/AAAA>	Valencia, D., R. Rodríguez y V. B. Martínez (2013). Vertebrados de la cuenca del Orinoco. 1500 registros, en línea, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin . Publicado el 01/09/2001.

Guidelines for authors - Data Papers

www.humboldt.org.co/biota - biotacol@humboldt.org.co | www.sibcolombia.net - sib+iac@humboldt.org.co

The purpose of this guide is to establish and explain the necessary steps to prepare a manuscript with the potential to become a publishable data paper in Biota Colombiana. This guide includes aspects related to the preparation of both data and the manuscript.

What is a Data Paper?

A data paper is a scholarly publication that has emerged as a mechanism to encourage the publication of biodiversity data as well as an approach to generate appropriate academic and professional recognition to all those involved in the management of biodiversity information.

A data paper contains the basic sections of a traditional scientific paper. However, these are structured according to an international standard for metadata (information that gives context to the data)

known as the *GBIF Metadata Profile* (GMP)⁵. The structuring of the manuscript based on this standard enables the community of authors publishing datasets globally, with presence in networks such as the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) and other related networks, to publish data easily while getting proper recognition for their work and to encourage the authors of this type of data sets that have not yet published in these global information networks to have the necessary incentives to do so.

A data paper should describe in the best possible way the Whom, What, Where, When, Why and How of documenting and recording of data, without becoming the instrument to make a detailed analysis of the data, as happens in other academic publications. To deepen this publishing model, it is recommended to consult Chavan & Penev (2011)⁶.

⁴ GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan), Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1

⁵ GBIF (2011). GBIF Metadata Profile, Reference Guide, Feb 2011, (contributed by O Tuama, E., Braak, K., Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility, 19 pp. Accessible at http://links.gbif.org/gbif_metadata_profile_how-to_en_v1.

⁶ Chavan, V. y L. Penev. 2011. The data paper: The mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. BMC Bioinformatics 12 (Suppl 15): S2.

Which manuscripts are suitable for publication as data paper?

Manuscripts that describe datasets containing original primary biological records (data of occurrences in a particular place and time); information associated with specimens of biological collections, thematic or regional inventories of species, genomic data and all data likely to be structured with the standard *Darwin Core Darwin Core*⁷ (DwC). This standard is used in the community of authors publishing biodiversity datasets to structure the data and thus to consolidate and integrate from different sources globally. It is not recommended to submit manuscripts describing secondary datasets, such as biological records compilations from secondary sources (e.g. literature or compilations of records already published in networks such as GBIF or IABIN).

Dataset preparation

As mentioned above data submitted in this process should be structured based on DwC standard. For ease of structuring, the Biodiversity Information System of Colombia (SiB Colombia), created two templates in Excel; one for occurrences and other for species checklist. Carefully read and follow the template instructions for structuring and publishing data. For any questions about the structure process of data please contact the Coordinator Team of SiB Colombia (EC-SiB) at sib+iac@humboldt.org.co

Manuscript preparation

To assist the creation and structuring of the manuscript in the GMP standard, an electronic writing tool is available (<http://ipt.sibcolombia.net/biota>) to guide the author in the process and ultimately generate a first version of the manuscript. The use of GMP manual as an information guide to include in each section of the manuscript, as well as the annex 1 is recommended.

Steps required for the manuscript preparation:

- 1 Request access to the electronic writing tool at sib+iac@humboldt.org.co. The EC-SiB will assign a username and password.
2. Login to the electronic writing tool, then go to the tab Manage Resources and create a new resource by assigning a short name for your manuscript and clicking on the Create button. Use the format: "InstitutionAcronym_Year_DatasetFeature", e.g. NMNH_2010_rainforestbirds.
3. In the overview of the writing tool click on edit in Metadata section (please, do not use any other section), once there you will find different sections (right panel) that will guide you creating your manuscript. Save the changes at the end of each section, otherwise you will lose the information. Remember to use the GMP manual. Here are some recommendations for editing the metadata, sections are indicated in CAPS and the elements of these sections in **bold**.

- In ASSOCIATED PARTIES include only those who are not listed in BASIC INFORMATION.
 - PROJECT DATA and COLLECTION DATA are optional depending on the data type. When using these sections extend or complement information already provided, i.e. do not repeat the same information describing the **description** (GEOGRAPHIC COVERAGE) in the **study area description** (PROJECT DATA).
 - Likewise, in SAMPLING METHODS, you must expand or complete the information, not repeat it. The information in **study extent** should give a specific context of the sampling methodology.
 - It is essential to document the **quality control** in SAMPLING METHODS. Here you should describe what tools or protocols were used to ensure the quality and consistency of data structured with DwC standard.
 - To create the **resource citation** in the CITATIONS section, follow one of the two formats proposed (Annex 2). Do not fill out the **citation identifier**, this will be provided later by the EC-SiB.
 - To include the manuscript bibliography in **citations**, enter each of the citations individually, adding a new citation each time by clicking in the bottom left.
4. Check that the format of the information provided meets the guidelines of the journal (e.g. abbreviations, units, number formatting, etc.) in the *Biota Colombiana* Guidelines for Authors.
 5. Once included and verified all information in the writing tool, notify to EC-SiB at sib+iac@humboldt.org.co, indicating that you have finished editing the manuscript. Additionally attach the Excel template with structured data (remove all columns that were not used). The EC-SiB will perform corrections and final recommendations about the structure of the data and give you the final instructions to submit the paper.

Submit the manuscript

Once you have finished editing your manuscript and getting the instructions from EC-SiB, send a letter submitting your article to email biotacol@humboldt.org.co, following the instructions of *Biota Colombiana* Guidelines for Authors.

Remember to attach:

- Excel template with the latest version of the data reviewed by the EC-SiB.
- Word document with figures and tables followed by a list of them.

At the end of the process, your information will be public and freely accessible in the data portal of SiB Colombia and GBIF. This will allow your data to be available for national and international audience, while maintaining credit to the authors and partner institutions.

⁷ Biodiversity Information Standards – TDWG. Accessible at <http://rs.tdwg.org/dwc/terms/>

Annex 1. Basic structure of a data paper and its mapping to the writing tool elements based on GM.

SECTION/SUB-SECTION HEADING	MAPPING WITH WRITING TOOL ELEMENTS
TITLE	Derived from the title element.
AUTHORS	Derived from the resource creator , metadata provider , and associated parties elements.
AFFILIATIONS	Derived from the resource creator , metadata provider and associated parties elements. From these elements combinations of organization , address , postal code , city , country and email constitute the affiliation .
CORRESPONDING AUTHOR	Derived from the resource contact , metadata provider elements.
CITATION	For editors use.
RESOURCE CITATION	Derived from the resource citation element.
RESUMEN	Derived from the resumen element. 200 words max.
PALABRAS CLAVE	Derived from the palabras clave element. 6 words max.
ABSTRACT	Derived from the abstract element. 200 words max.
KEY WORDS	Derived from the key words element. 6 words max.
INTRODUCTION	Derived from the purpose (Introduction and Background section). A short text to introduce the following sections is suggested. For example, history or context of the biological collection or project related with the data described, only if that information is not present in subsequent sections.
Project data	Derived from elements title , personnel first name , personnel last name , role , funding , study area description , and design description .
Taxonomic Coverage	Derived from the taxonomic coverage elements: description , scientific name , common name and rank .
Geographic Coverage	Derived from the geographic coverage elements: description , west , east , south , north .
Temporal Coverage	Derived from the temporal coverage elements: temporal coverage type .
Collection data	Derived from the collection data elements: collection name , collection identifier , parent collection identifier , specimen preservation method and curatorial units .
MATERIALS AND METHODS	Derived from the sampling methods elements: study extent , sampling description , quality control and step description .
RESULTADOS	
Descripción del conjunto de datos	Derived from the discussion and acknowledgments, contains information about the format of the data and metadata: hierarchy level , date published and ip rights .
DISCUSSION	Derived from the discussion element. A short text (max 500 words), which can refer to the importance, relevance, usefulness or use that has been given or will give the data in the published literature or in subsequent projects.
ACKNOWLEDGMENTS	Derived from the acknowledgments element.
BIBLIOGRAPHY	Derived from the citations element.

Annex 2. Citation style quick guide for “resource reference” section.

The Resource Reference is the one that refer to the dataset described by the paper, publicly available through SiB Colombia and GBIF networks. Note that this reference may differ from the one of the paper. For more information about this element contact EC-SiB.

Here two formats are suggested; however you can consult other formats established by GBIF⁸.

TYPE OF RESOURCE	TEMPLATE	EXAMPLE
The paper is the result of a collective or institutional project with multiple participants.	<Institution/Research Group>. <Year>, <Title of the Resource/Paper>. <Number of total records>, <provided by :> <associated party 1 (role), associated party 2 (role), (...)>. <Online,> <resource URL>, <published on>. <Published on DD/MM/AAAA>.	National Biodiversity (2013). Vertebrates in Orinoco, 1500 records, provided by: Perez, S. (Principal investigator, content provider), M. Sanchez (Processor), D. Valencia (Custodian Steward, metadata provider), R. Rodriguez (Processor), S. Sarmiento (Publisher), VB Martinez (Publisher, Editor). Online, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin , published on 01/09/2013.
The paper is the result of a personal initiative or a defined research group.	<associated party 1, associated party 2, (...)>. <Year>, <Title of the Resource/Paper>, <Number of total records>, <Online,> <resource URL>. <Published on DD/MM/AAAA>.	Valencia, D., R. Rodríguez and V. B. Martínez. (2013). Vertebrate Orinoco Basin, 1500 records, Online, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin , published on 01/09/2001

⁸ GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan), Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1

TABLA DE CONTENIDO / TABLE OF CONTENTS

Presentación / Presentation. <i>Brigitte L. G. Baptiste B.</i>	1
Caracterización de invasiones de <i>Ulex europaeus</i> L. de diferentes edades como herramienta para la restauración ecológica de bosques altoandinos, Colombia. / Characterization of <i>Ulex europaeus</i> L. invasions of different ages, as a tool for ecological restoration of Andean forests, Colombia. <i>Héctor E. Beltrán-Gutiérrez y José I. Barrera-Cataño</i>	3
Crecimiento de <i>Baccharis macrantha</i> y <i>Viburnum triphyllum</i> , dos especies nativas útiles en restauración ecológica, plantadas en un pastizal andino (Boyacá, Colombia) / Growth of <i>Baccharis macrantha</i> and <i>Viburnum triphyllum</i> , two native species useful for ecological restoration, planted in a pasture Andean (Boyacá, Colombia). <i>Laura L. Hernández-Pineda, Oscar M. Roa-Casas y Francisco Cortés-Pérez</i>	27
Gustos, percepciones y conocimiento local de los habitantes rurales de la cuenca media del río La Vieja (cuenca del río Cauca, Colombia), sobre 60 especies nativas de árboles, arbustos y palmas / Preferences, perceptions and local knowledge of rural inhabitants of the middle section of the La Vieja River drainage a tributary of the Cauca River (Colombia), about 60 native species of trees, bushes and palms. <i>Zoraida Calle-D., Eudaly Giraldo-S., Adriana Giraldo-S., Oscar Tafur y José A. Bolívar</i>	39
Construcción participativa de estrategias de restauración ecológica en humedales del Magdalena Medio, Colombia: una herramienta para el ordenamiento ambiental territorial / Participative construction of ecological restoration strategies for wetlands of the middle Magdalena River drainage: a tool for environmental land management. <i>Natasha V. Garzón, Mireya P. Córdoba y Juan C. Gutiérrez</i>	58
Seed dispersal by bats across four successional stages of a subandean landscape / Dispersión de semillas por murciélagos a través de cuatro estados sucesionales de un paisaje subandino. <i>Mauricio Aguilar-Garavito, Luis Miguel Renjifo y Jairo Pérez-Torres</i>	87
Ensayo preliminar de crecimiento de fragmentos del coral amenazado <i>Acropora cervicornis</i> en una guardería colgante y experiencia piloto de trasplante en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo, Caribe colombiano / Preliminary trial on the growth of fragments of the endangered coral <i>Acropora cervicornis</i> in a hanging nursery and pilot project experience with transplantation to the Corales del Rosario and San Bernardo National Parks in Caribbean Colombia. <i>Esteban Zarza, Ameth Vargas, Luis Londoño, Alejandro Pacheco y Diego Duque</i>	102
Aportes a la consolidación de un proceso regional para la conservación de arrecifes coralinos: ensayos para la estandarización de metodologías para el repoblamiento de especies amenazadas del género <i>Acropora</i> en tres Parques Nacionales Naturales del Caribe colombiano / Contributions to the consolidation of a regional process for the conservation of coral reefs: trials for the standardization of methodologies for the repopulation of endangered species of the genus <i>Acropora</i> in three National Parks in Caribbean Colombia. <i>Rebeca Franke-Ante, Esteban Zarza, Marcela Cano-Correa, Juan A. Wong Lubo y Elkin Hernández</i>	114
Ensayo. Revisión y estado del arte de la restauración ecológica de arrecifes coralinos / Review and state of the art for ecological restoration of coral reefs. <i>Velería Pizarro, Vanessa Carrillo y Adriana García-Rueda</i>	132
Guía para autores / Guidelines for authors	150