

In situ

Parques Nacionales Naturales de Colombia

Volumen 5 · Número 1



60 años



■ **Macroinvertebrados** como indicadores de la calidad hídrica de los ríos del Parque Nacional Natural Puracé

■ **Monitoreo de recursos hidrobiológicos** en la Dirección Territorial Pacífico

■ **Especies introducidas e invasoras** en Parques Nacionales Naturales de Colombia



El ambiente es de todos

Minambiente

In Situ

Volumen 5 · Número 1

www.parquesnacionales.gov.co/

Publicado por

Parques Nacionales Naturales de Colombia

Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas

Grupo de Comunicaciones y Educación Ambiental

Calle 74 # 11-81

Bogotá, Colombia

Directora General Parques Nacionales Naturales de Colombia

Julia Miranda Londoño

Subdirectora de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas

Edna Carolina Jarro Fajardo

Asesora de la Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas

Marta Cecilia Díaz Leguizamón

Coordinador Grupo de Comunicaciones y Educación Ambiental

Luis Alfonso Cano Ramírez

Editor

Irene Aconcha Abril. M.Sc.

Profesional de investigación y monitoreo, Subdirección de Gestión y Manejo. Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Comité Científico-Editorial

Betsy Viviana Rodríguez Cabeza. M.Sc.

Profesional de investigación y monitoreo, Subdirección de Gestión y Manejo. Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Angela Parra Romero. Esp.

Profesional de vida silvestre, Subdirección de Gestión y Manejo. Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Tatiana Losada. M.Sc.

Profesional de investigación y monitoreo, Dirección Territorial Amazonia. Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Fausto Sáenz Jiménez. Ph. D.

profesional de investigación y monitoreo, Dirección Territorial Andes Nororientales. Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Laura Vélez Vanegas. BSc.

Profesional de investigación y monitoreo, Dirección Territorial Andes Occidentales. Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Iván Martínez Dallos. M.Sc.

Profesional de investigación, Dirección Territorial Caribe. Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Jhon Edison Zamudio. M.Sc.

Profesional de investigación y monitoreo, Dirección Territorial Orinoquía. Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Andrés Cuéllar Chacón. M.Sc.

Profesional de investigación y monitoreo, Dirección Territorial Pacífico. Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Comité Científico

Juan Carlos Benavidez Duque. Ph. D.

Pontificia Universidad Javeriana.

Diego Zarrate Charry. Ph. D.

Proyecto de Conservación de Aguas y Tierras Colombia.

Robert Márquez. Ph. D. (C).

Alianza para la Conservación del oso andino.

Jairo Altamar López. Ph. D.

Universidad del Magdalena.

Paula Sierra Correa. Ph. D.

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés.

Juan Pablo López Ordoñez. M.Sc.

Conservación Internacional Colombia.

Diego Hernández. M.Sc.

Universidad Agraria de Colombia.

Gustavo González Duran. M.Sc.

Wildlife Conservation Society Colombia.

Diego Gómez Hoyos. M.Sc.

Proyecto de Conservación de Aguas y Tierras Internacional.

Gestor editorial

Fanny Suarez Velásquez

Diseño y diagramación

Nathalí Cedeño Gracia

Corrección de estilo

Andrés Obando Orozco

Foto de portada

Cacique candela (*Hypopyrrhus pyrohypogaster*). Parque Nacional Natural Cueva de los Guacharos. Fotografía: Manuel Fernando López.

Ejemplo citación de artículos

Maya, A. M., Muñoz, M. E., Pino, H.E., Medina, J., & Pechené H. A. (2020). Estrategia de Restauración Ecológica en el Parque Nacional Natural Munchique: Acuerdos de conservación y monitoreo de la vegetación en regeneración natural y sus aves asociadas. *In Situ*, 5(1), 172-183.

Correo electrónico

monitoreo.central@parquesnacionales.gov.co

In Situ es una revista de divulgación y promoción del conocimiento asociado a las líneas temáticas de investigación y monitoreo, desarrolladas dentro de las áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Este trabajo es realizado por los equipos de las áreas protegidas y los actores estratégicos con los que estas trabajan. El marco general desde el cual se articulan dichas iniciativas parte del principio de que el desarrollo y promoción del conocimiento de los valores naturales, culturales y los beneficios ambientales de las áreas protegidas es un componente fundamental de cara a la toma de decisiones en lo que concierne al manejo y gestión de las áreas protegidas.

Nota editorial

Este es un año emblemático para Parques Nacionales Naturales de Colombia, porque se cumplen 60 años de la declaratoria del primer parque nacional de nuestro país. Con la declaratoria de la Cueva de los Guácharos, se da un paso fundamental hacia el reconocimiento de nuestra riqueza natural y su protección. En estas seis décadas se han declarado 63 áreas protegidas marinas y terrestres, para lo cual se ha requerido avanzar de manera muy importante en el conocimiento de las ciencias naturales y sociales, lo cual ha permitido el desarrollo de las estrategias de conservación que hoy se implementan en el Sistema de Parques Nacionales de Colombia.

La información que se obtiene de la investigación y el monitoreo, es el eje central de la toma de decisiones para la gestión y manejo de las áreas protegidas. Sus resultados permiten entender las dinámicas naturales y socioculturales de los parques a través del tiempo y los factores que pueden afectarlos negativamente, orientando así estrategias como la planeación, la efectividad del manejo, la restauración ecológica, el ecoturismo, el trabajo con las comunidades locales, entre otras.

Dada la importancia de la celebración de este año, esta quinta edición de la revista In Situ es la más extensa de todas, por la presentación de 20 artículos en los que se destacan los resultados de investigaciones realizadas en varias de las áreas protegidas, tales como la caracterización de la avifauna, la herpetofauna, la distribución de primates y del oso andino, el caracol pala y los macroinvertebrados acuáticos como elemento para el conocimiento de los ríos. Además, temas como la distribución y afectaciones de los frailejones y el conocimiento de las plantas medicinales. Adicionalmente, los resultados del monitoreo de las aves marinas, los reportes de los recursos hidrobiológicos, el recurso almeja, las tortugas de río y su relación con las comunidades indígenas, la restauración ecológica y su monitoreo a partir de la avifauna. También se muestran las presiones y el diagnóstico de las especies invasoras a nivel del sistema, los impactos negativos de la infraestructura antrópica sobre la fauna silvestre y el análisis de los indicadores de riesgo de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

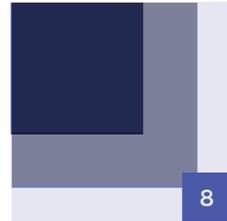
La revista presenta Información muy valiosa que es solo una muestra del excelente trabajo llevado a cabo por los equipos de varias de las áreas protegidas del Sistema de Parques y el invaluable aporte de diversos actores estratégicos de carácter público y privado, comunidades étnicas, campesinas y de la sociedad civil. Estos resultados nos permiten consolidar la gestión de conservación de los parques y aportar en la efectividad del manejo de las áreas protegidas y sus regiones aledañas, y a la vez se profundiza y crece el conocimiento de la riqueza biológica y cultural de nuestro país para el beneficio de todos los colombianos.



Julia Miranda Londoño

Directora General de Parques Nacionales Naturales de Colombia

Contenido



Análisis de integridad ecológica en Parques Nacionales Naturales de Colombia

8



Avifauna del Parque Nacional Natural Río Puré en áreas no municipalizadas de La Pedrera y Tarapacá, Amazonas-Colombia: Línea base para el monitoreo del área protegida

10



Anfibios y reptiles en el Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya

18



Ocupación del oso andino (*Tremarctos ornatus*) en el Parque Nacional Natural Pisba 2017-2018

30



Caracterización de la avifauna en los humedales del Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos, La Guajira

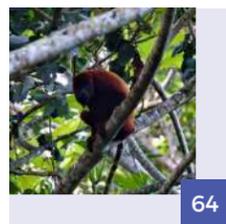
40

Abundancia y estructura poblacional del Caracol Burgao-Whelks (*Cittarium pica*) en las Islas de Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano



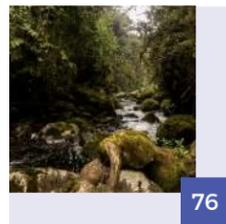
52

Distribución potencial del hábitat de seis especies de primates (Familias Atelidae, Cebidae, Pitheciidae), frente al cambio de cobertura de la tierra en el Parque Nacional Natural Tinigua



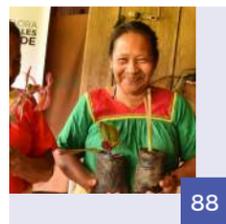
64

Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad hídrica de los ríos "Valor Objeto de Conservación" del Parque Nacional Natural Puracé



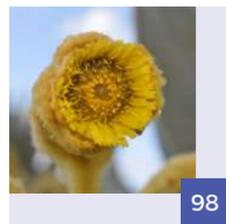
76

Investigación y conservación de plantas medicinales Cofán desde el Santuario de Flora Plantas Medicinales Orito Ingi Ande



88

Distribución geográfica y principales afectaciones antrópicas y naturales de las especies de *Espeletia* en el Parque Nacional Natural Sumapaz



98



112

Necesidades y retos de la investigación en salud de fauna silvestre, para su manejo y conservación en Parques Nacionales Naturales de Colombia



122

Monitoreo del recurso almeja (*Polymesoda arctata*) en la Ciénaga El Torno, Vía Parque Isla de Salamanca, Caribe colombiano



134

Monitoreo de aves marinas en el Parque Nacional Natural Gorgona



144

Monitoreo de tortugas en el Parque Nacional Natural El Tuparro: una estrategia para conservar el territorio tradicional de pueblos indígenas



156

Monitoreo de recursos hidrobiológicos: una apuesta para el comanejo y su conservación en Parques Nacionales Naturales del Pacífico Colombiano



172

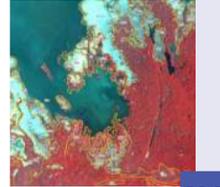
Estrategia de restauración ecológica en el Parque Nacional Natural Munchique: Acuerdos de conservación y monitoreo de la vegetación en regeneración natural y sus aves asociadas

Atropellamiento de vertebrados silvestres en la carretera troncal del caribe del Vía Parque Isla De Salamanca (VP Isla de Salamanca) en el Departamento del Magdalena, Colombia



184

Monitoreo de coberturas antrópicas en los Parques Nacionales Naturales de Colombia para 2019 a escala 1:25.000. Línea base-2020



196

Estado del conocimiento de las especies exóticas, invasoras y domésticas en las áreas protegidas de Parques Nacionales Naturales de Colombia



208

Análisis de los indicadores de riesgo de la biodiversidad y servicios ecosistémicos publicados en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático para los departamentos de Amazonas y San Andrés, Providencia y Santa Catalina



228

Propuesta de hoja de ruta e indicadores para la evaluación de la implementación de la "Estrategia para la Conservación del oso andino en Parques Nacionales Naturales de Colombia"



240

Análisis de integridad ecológica en Parques Nacionales Naturales de Colombia

¿Qué es la integridad ecológica en Parques Nacionales Naturales?

Refiere a la capacidad o propiedad de un sistema socioecológico para soportar y mantener el equilibrio dinámico natural en la organización de sus atributos (composición, estructura y función).

¿Por qué se realiza el análisis de integridad ecológica en las áreas protegidas?

- Aporta información sobre la incidencia o los efectos del proceso adaptativo de la planeación y del manejo, es decir, de la planeación y ejecución de acciones sobre los objetivos de conservación de las áreas protegidas.
- En el marco del análisis de efectividad, es uno de los indicadores que evidencia el cumplimiento de los objetivos de conservación del área protegida a largo plazo.

- Es una medida de referencia para el manejo de tal forma que, si las acciones de manejo implementadas son efectivas, la integridad del área protegida debe mantenerse o mejorar a través del tiempo.
- Los resultados obtenidos tienen incidencia directa en los componentes de ordenamiento y estratégico del instrumento de planeación.
- La revisión y reflexión de los resultados obtenidos permite la adecuación de acciones y nuevas apuestas en la gestión.

¿Cada cuánto se realizan los análisis de integridad ecológica en las áreas protegidas?

Al ser un indicador del largo plazo en el marco del análisis de efectividad del manejo de las áreas protegidas, este se realiza cada cinco años. En este contexto, para el año 2021 todas las áreas

protegidas deberán contar con su análisis de integridad.

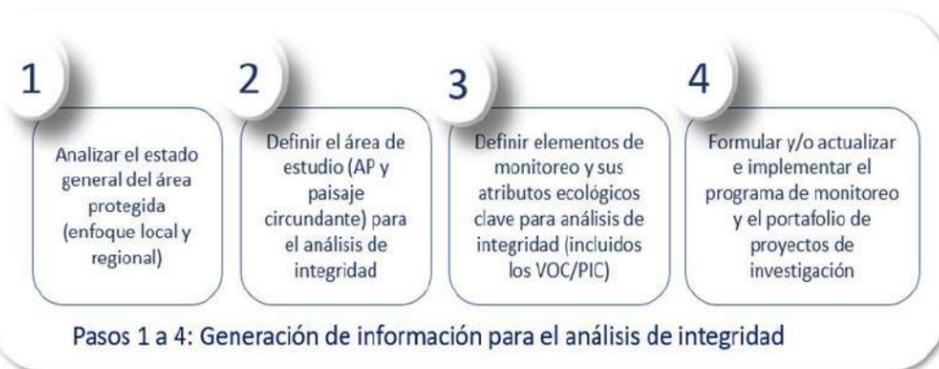
¿De dónde proviene la información para realizar el análisis de integridad ecológica en las áreas protegidas?

De los resultados obtenidos en el marco de la implementación del programa de monitoreo (incluyendo monitoreo de coberturas de la tierra) y el portafolio de proyectos de investigación. Dado lo anterior, el análisis de integridad depende de la correcta selección de preguntas e indicadores de estado y las necesidades de información a resolver desde la investigación respecto a los Valores Objeto de Conservación / Prioridades Integrales de Conservación, las situaciones de manejo, presiones y acciones de manejo implementadas; así mismo, depende del fortalecimiento de los flujos de compilación, análisis y divulgación de la información generada por la investigación y el monitoreo. Todo lo anterior es estructurado en el programa de monitoreo y portafolio de proyectos

de investigación de cada área protegida, con base en las orientaciones técnicas de la Guía de Planeación del Manejo, así como los lineamientos de investigación y de monitoreo. Es importante considerar que todo este proceso debe estar siempre acompañado por espacios de diálogo y participación de un "Grupo de expertos" conformado por el equipo de Parques Nacionales en sus diferentes niveles, académicos y la comunidad local.

¿Cómo se realiza el análisis de integridad ecológica en las áreas protegidas?

Se proponen 10 pasos generales, donde los pasos 1-4 describen aspectos a tener en cuenta al formular el programa de monitoreo y el portafolio de proyectos de investigación con miras a obtener información que aporte al análisis de integridad ecológica; mientras que los pasos 5-10 abordan el análisis de integridad propiamente dicho. La metodología se presenta en Rodríguez-C. Díaz-L. (2020).



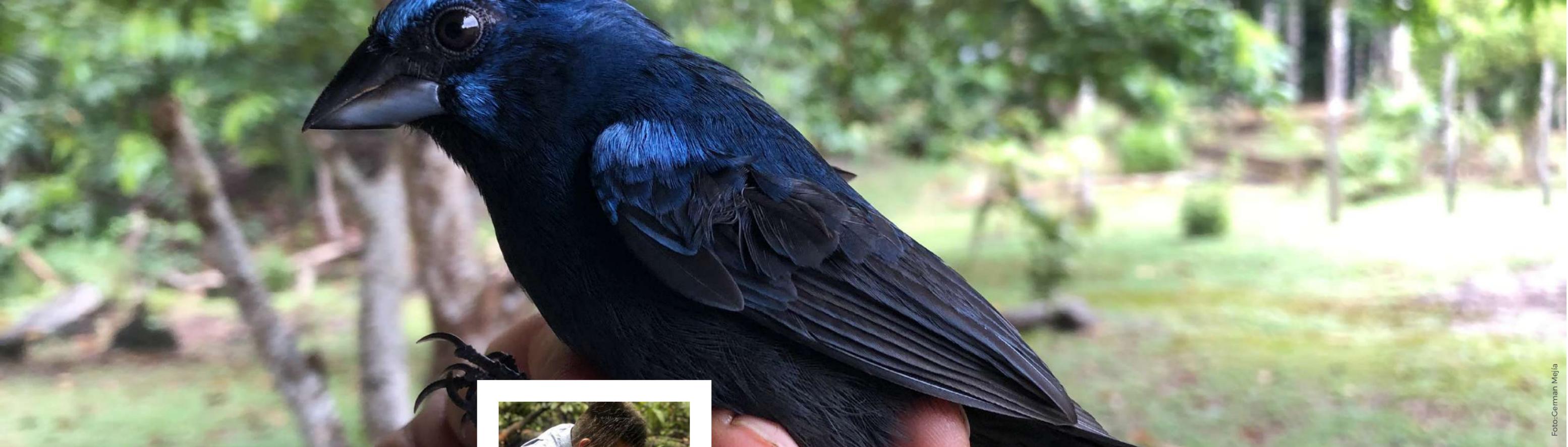


Foto: German Mejía

Avifauna del Parque Nacional Natural Río Puré en áreas no municipalizadas de La Pedrera y Tarapacá, Amazonas-Colombia: línea base para el monitoreo del área protegida

Germán Darío Mejía Londoño

Profesional de Protección y SIG - Proceso PIACI y Bajo Amazonas.
Amazon Conservation Team - Colombia.
gmejia@actcolombia.org

Edgar Yucuna Matapí

Operario. Parque Nacional Natural Río Puré. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
riopure@parquesnacionales.gov.co

Fausto Mutis Huitoto

Operario. Parque Nacional Natural Río Puré. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
riopure@parquesnacionales.gov.co

Gilberto Tucano Miraña

Operario. Parque Nacional Natural Río Puré. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
riopure@parquesnacionales.gov.co



Foto: German Mejía

Avifauna of the Río Puré National Natural Park, in Non-municipalized Areas of La Pedrera and Tarapacá, Amazonas-Colombia: Baseline for the Monitoring of the Protected Area

Luis Hernando Rivas Cubeo

Operario. Parque Nacional Natural Río Puré. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
riopure@parquesnacionales.gov.co

Nemesio Silva Miraña

Operario. Parque Nacional Natural Río Puré. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
riopure@parquesnacionales.gov.co

Alejandro Yepes Rodríguez

Operario. Parque Nacional Natural Río Puré. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
riopure@parquesnacionales.gov.co

Raúl Petey Miraña

Operario. Parque Nacional Natural Río Puré. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
riopure@parquesnacionales.gov.co

Marta Isabel Romo Guerrón

Profesional de Investigación y monitoreo. Parque Nacional Natural Río Puré. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
riopure@parquesnacionales.gov.co

RESUMEN

En marco del memorando de entendimiento entre la Dirección Territorial Amazonia y Amazon Conservation Team Colombia (ACT Colombia), se han desarrollado inventarios de aves en varios sectores del Parque Nacional Natural Río Puré (PNN Río Puré) como apoyo en la generación de información de línea base del diseño e implementación del monitoreo de una de las Prioridades Integrales de Conservación que integra a este grupo biológico. Desde el 2016, los inventarios se han realizado utilizando redes de niebla y observaciones ad libitum en los bosques de tierra firme e inundables como parte de los recorridos de Prevención, Control y Vigilancia (PCV), lo cual ha servido como aporte a los procesos de generación de información y capacitación del personal del área protegida. A 2019, se reportan 277 especies de aves (14 % de las registradas en Colombia).

De ellas, 15 presentan categorías de amenaza de acuerdo a la IUCN; ocho son migratorias; 169 están restringidas a uno o dos hábitats; y 102 a la región Amazónica. El análisis ecológico de estas especies ha permitido establecer el buen estado de conservación de los bosques. Si estos llegaran a ser diezmados, las aves con restricción de hábitat desaparecerían, pues están estrechamente relacionadas tanto con la estructura de la vegetación como con la composición florística de los bosques y sus microclimas.

Palabras clave: Prioridad Integral de Conservación, aves, capacitación, monitoreo, conservación, Parque Nacional Natural Río Puré.

ABSTRACT

Within the framework of the Memorandum of Understanding between the National Natural Parks' Amazon Territorial Direction and Amazon Conservation Team Colombia, several bird inventories were developed in various sectors of Río Puré National Natural Park as a way of supporting the generation of a baseline for the design and implementation of the monitoring strategy of one of the integral conservation priorities that integrates this biological group. Since 2016, birds have been inventoried with mist nets in inland forests and heterogeneous floodplain highlands supplemented by observations ad libitum during routes of prevention, control, and surveillance bringing in information and capacities to Río Puré National Natural Park's staff. As of 2019, 277 species have been reported (14 % were registered in Colombia). Out of them, 15 are in a IUCN category, eight are migratory, 169 are restricted to one or two habitats, and 102 to the Amazonian region. Ecological analysis of these species has established the good conservation of the forests. If they were decimated, birds with restricted habitats would also disappear. This is because they are closely related to both the structure of the vegetation and the floristic composition of the forests and their microclimates.

Keywords: Integral priority of conservation, birds, training, monitoring, conservation, Río Puré National Natural Park.

Introducción

El Parque Nacional Natural Río Puré (PNN Río Puré), ubicado entre el interfluvio de los ríos Caquetá y Putumayo en el departamento del Amazonas, es de importancia para la región por cuanto contribuye a la consolidación de un corredor biológico de zonas protegidas existentes en el noreste amazónico de Colombia, Brasil y Venezuela, lo cual permite, por un lado, la protección de complejos de selvas pantanosas y drenadas del río Putumayo y, por el otro, la conservación de una importante riqueza faunística (Ministerio del Medio Ambiente, 2002). Es por ello que una de las Prioridades Integrales de Conservación (PIC) establecidas en el programa de monitoreo del área protegida son los ecosistemas diferenciados que representan las condiciones actuales y óptimas del bosque en pie y del funcionamiento de las

redes hídricas. Esta PIC integra grupos biológicos bioindicadores del estado de conservación de los ecosistemas, entre ellos las aves (Segura et al., 2019). Este hecho hace evidente la necesidad de generar, antes que todo, información que sirva como línea base para el monitoreo de esta área protegida.

Este proceso ha avanzado gracias al memorando de entendimiento entre la Dirección Territorial Amazonia y Amazon Conservation Team (ACT-Colombia), el cual ha permitido realizar, además, capacitaciones al personal del área protegida e inventarios biológicos de aves en el sector de Puerto Franco al tiempo que se trabaja articuladamente con las labores de Prevención, Vigilancia y Control (PVC) del Parque Nacional Natural Río Puré.

Métodos

Área de estudio

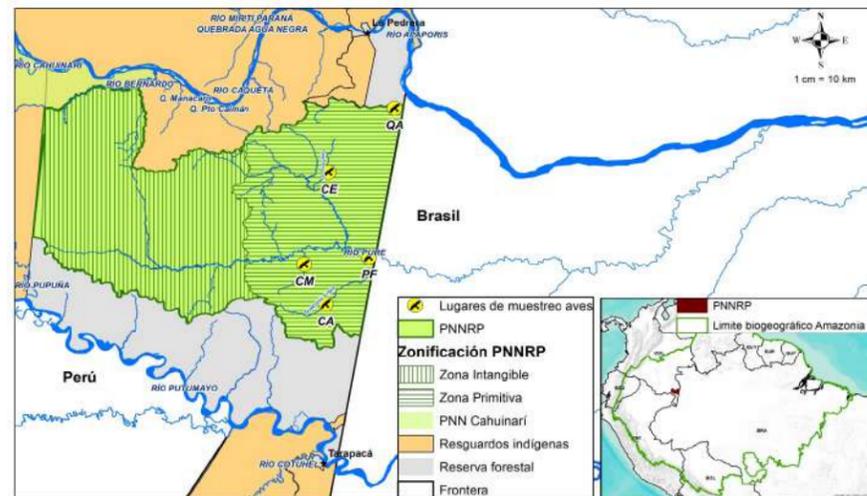
El Parque Nacional Natural Río Puré, con una extensión de 999880 ha, está ubicado en el departamento del Amazonas en jurisdicción de áreas no municipalizadas de La Pedrera, Tarapacá y Puerto Arica, en el interfluvio de los ríos Caquetá y Putumayo. Presenta dos áreas de zonificación: zona intangible (53,4 %) y zona primitiva (46,6 %) (SIG-DTAM, 2013). En esta última se desarrollan actividades de Prevención, Vigilancia y Control al igual que estudios de monitoreo e investigación.

Al interior del parque, sobre la cuenca del Río Puré, se encuentra el sector de Puerto Franco,

adecuado con una infraestructura operativa, ubicada a 600 km navegando desde La Pedrera, y a 7 km aguas arriba de la frontera con Brasil (Figura 1). De acuerdo con el mapa de ecosistemas de la amazonia colombiana a escala 1:100000 del SINCHI y PNNC (2014), en el Parque Nacional Natural Río Puré se presentan 32 tipos de ecosistemas, de los cuales 25 se localizan en la zona primitiva del área protegida. De ellos, los más representativos son, por su extensión, el bosque denso de tierra firme no inundable y el bosque denso alto inundable heterogéneo (donde se concentraron los inventarios de aves en el sector Puerto Franco).

Figura 1

Cabaña operativa, sector Puerto Franco (PNN Río Puré)



Inventario de aves

Para conocer el estado del arte de los estudios de avifauna en el Parque Nacional Natural Río Puré se acopiaron y sistematizaron los informes realizados por Alarcón-Nieto & Palacios (2005) & Alarcón-Nieto (2007) de Conservación Internacional Colombia, quienes hicieron los primeros inventarios de aves en cuatro localidades del área protegida: quebradón del Ayo;

caño Esperanza; caño Mateo y quebrada Arapa. Entre los años 2016 y el 2019 estos inventarios fueron realizados por el equipo del parque y Amazon Conservation Team (ACT Colombia), en el sector Puerto Franco (Figura 2).

Anualmente, desde el año 2016, se han realizado capacitaciones, por parte de ACT Colombia, a los operarios del parque sobre los métodos para el estudio de las aves, a saber: manejo de

Figura 2

Ubicación del PNN Río Puré y lugares donde se han realizado inventarios de aves

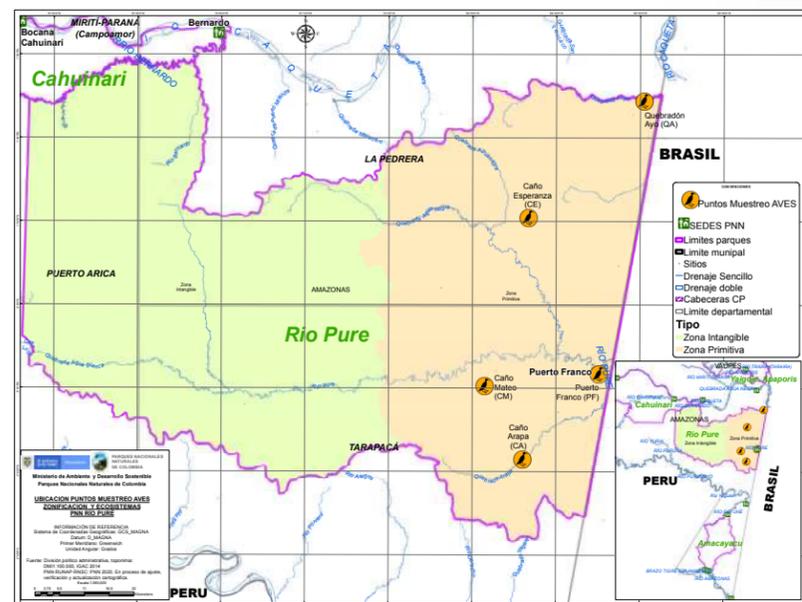


Figura 3

Operarios del PNN Río Puré: Raúl Petey (izquierda) y Alejandro Yepes (derecha) identificando y midiendo aves capturadas en el monitoreo de diciembre 2019



binoculares, instalación de redes de niebla, captura y manipulación de individuos, toma de datos como peso, morfología, anillamiento, historia natural, e identificación de las especies mediante el uso de guías de campo (Figuras 3 y 4).

El primer muestreo se realizó entre el 25 y el 30 de mayo de 2017; el segundo, entre el 10 y 15 de mayo de 2018; y el tercero, entre el 1 al 6 de diciembre de 2019. Durante estos se instalaron en los dos tipos de ecosistemas (bosque denso de tierra firme no inundable y bosque denso alto inundable heterogéneo) 8, 10 y 16 redes de niebla, respectivamente. En cada lugar de muestreo se abrieron las redes durante tres días, desde las 5:30 am hasta las 10:30 am.

A las aves capturadas se les registró el peso corporal empleando dinamómetros de 100 gr y 1000 gr; se tomaron medidas morfométricas (largo del ala y cola) a manera de ejercicio con el uso de calibrador de esfera plástico de 150 mm, adicionalmente se evidenció el estado del plumaje, presencia o ausencia de parche de incubación, edad y color del ojo. Cada individuo fue fotografiado antes de su liberación. Para la identificación

Resultados y discusión

Mediante la consolidación de información secundaria y la implementación de los métodos descritos al año 2019, se han registrado para cinco sectores del Parque Nacional Natural Río Puré 277 especies de aves, agrupadas en 50 familias y 22 órdenes (Anexo 1), equivalente al 14 % del total de especies registradas en Colombia conforme

Figura 4

Edgar Yucuna, operario del PNNRP, manipula un ave capturada en las redes de niebla, diciembre 2019



taxonómica *in situ*, se consultó la guía de campo de las aves de Colombia (McMullan et al., 2011), la guía de campo de las aves ilustrada de la avifauna colombiana (Ayerbe-Quiñones, 2018), y la guía de aves de Colombia (Hilty & Brown, 2001). Además, se realizaron observaciones *ad libitum* en los alrededores de la cabaña y en los recorridos de PVC sobre el río Puré y sus afluentes con la ayuda de binoculares (8 x 42 waterproof).

Para el análisis de aspectos ecológicos y de conservación de las especies de aves registradas, se siguió la propuesta de Stotz et al., (1996), la base de datos de ecología y distribución desarrollada por Parker et al., (1996) (sensibilidad a disturbios, estrato de forrajeo y número de hábitats empleados por las aves); así mismo, se incluyeron las categorías de amenaza de la IUCN y CITES. Para la clasificación taxonómica se usó la propuesta de *South American Classification Committee* (Remsen et al., 2020).

La información acopiada fue incorporada en el sistema de información de monitoreo de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

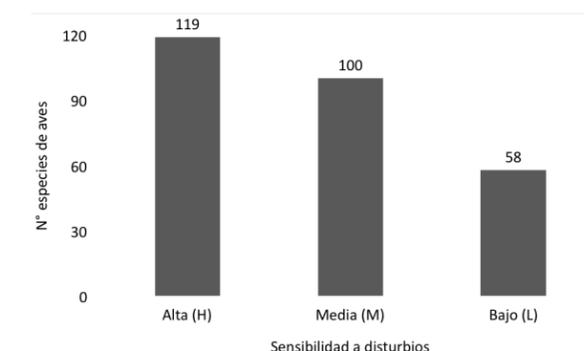
a las 1954 especies reportadas por la Asociación Colombiana de Ornitología (2020).

En el sector del quebradón del Ayo se registró el 61 % del total de las especies, seguido por el caño Arapa (57,4 %), el caño Mateo (46,2 %), Puerto

Franco (44,4 %) y el caño Esperanza (37,2 %). Del total de especies de aves, 31 se reportaron en los cinco lugares estudiados, 50 especies en cuatro lugares, 42 especies en tres lugares, 47 especies en dos lugares y 107 especies en solo un lugar de muestreo (en el quebradón del Ayo, 35 especies; en Puerto Franco, 32; en el caño Arapa, 27; en caño Mateo, 10, y en caño Esperanza tan solo tres especies). El 43 % de las especies registradas presentan una alta sensibilidad a disturbios en el ambiente como, por ejemplo, pérdida de hábitat. El 36,1 % presenta sensibilidad media y el 20,9 % sensibilidad baja (Figura 5).

Figura 5

Número de especies de aves según categoría de sensibilidad a disturbios del hábitat



El 37,5 % de las especies de aves están restringidas a un solo tipo de hábitat, seguido por el 23,5 % que ocupa dos tipos de hábitat; 18,8 %, tres tipos de hábitat; y el 20,2 %, entre cuatro y siete tipos de hábitat. Entre las especies que solo se encuentran en un tipo de hábitat (bosque de tierras bajas) se hallan *Accipiter polio-gaster*, *Harpia harpyja*, *Conopophaga aurita*, *Formicarius colma*, *Campylorhamphus procurvodes*, *Crypturellus variegatus*, *Tinamus guttatus*, *Platyrinchus coronatus*, *P. platyrhynchos*, *P. saturatus*, entre otros. Dos especies están restringidas al bosque de tierras bajas inundable: *Hypocnemoides melanopogon* y *Sclateria naevia*. Finalmente, el *Tigrisoma lineatum* está

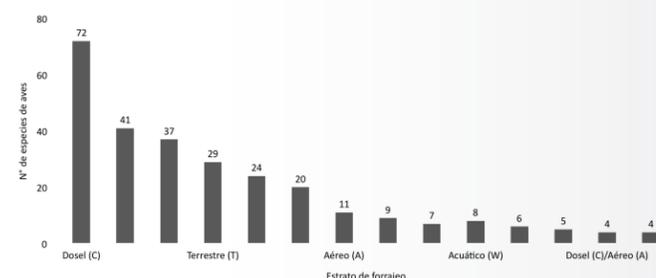
Conclusiones

Las capacitaciones son un aspecto importante en la formación de los funcionarios del Parque Nacional Natural Río Puré y aportan al monitoreo

El 26 % de las especies de aves forrajean principalmente en el dosel; 14,8 % en el sotobosque; 13,4 % en los estratos sotobosque (subdosel); y el 10 % en el estrato terrestre. El 35,8 % restante se forrajean en los estratos subdosel-dosel, subdosel, aéreo, sotobosque-dosel, acuático y acuático-terrestre, suelo y dosel, suelo y sotobosque, dosel-aéreo y suelo-aéreo (Figura 6).

Figura 6

Número de especies de aves por estrato de forrajeo



restringida a ambientes acuáticos; el *Ochthornis littoralis*, a pantanos o lagunas pequeñas; el *Turdus albicollis*, a los bordes de los ríos; *Atticora fasciata*, a playas de arena de río; y el *A. tibialis*, a ríos. Así mismo, del total de especies, 102 se encuentran restringidas a la región de la Amazonía (norte y sur), es decir, no se encuentran en ninguna otra región biogeográfica.

De acuerdo con la UICN, 262 de las especies de aves registradas para el área protegida presentan la categoría de Preocupación Menor (LC); nueve especies están en la categoría Casi Amenazado (NT); y seis especies (*Agamia agamí*, *Crax alector*, *Myrmotherula surinamensis*, *Patagioenas subvinacea*, *Ramphastos tucanus* y *Ramphastos vitellinus*) en la categoría Vulnerable (VU).

De acuerdo a la guía ilustrada de la avifauna colombiana (Ayerbe-Quiñonez, 2018), se registran seis especies migratorias, cinco boreales (*Actitis macularius*, *Pandion haliaetus*, *Myiodynastes luteiventris*, *Hirundo rustica*, *Oporornis agilis*) y una austral (*Elaenia strepera*).

del área protegida en la medida que se articulan con las labores de PVC.

A través de la lista de especies de aves acopiada hasta la fecha junto con su posterior análisis ecológico, es posible inferir el buen estado de conservación de una de las zonas boscosas de la amazonia colombiana menos conocida y a la vez representativa (el alto porcentaje de especies que están restringidas a uno y dos tipos de hábitat así lo demuestra), lo cual aporta a la toma de decisiones en el área protegida y a la generación de información biológica y ecológica para el país.

Agradecimientos

Queremos agradecer a Don Elías Yucuna, Joel Murayami, John Freddy Solarte y Ana Díaz que en su momento hicieron parte del equipo del área protegida. A Luis Alfonso Matapí, Ginna Beltrán y Alexander Alfonso del Parque Nacional Natural Río Puré; a Hugo Carvajal y Héctor Acosta (Dirección Territorial Amazonia); a Erwin Palacios (CI Colombia) y a Patricio von Hildebrand (Fundación Puerto Rastrojo) por el

Referencias

- Alarcón-Nieto, G. (2007). *Avifauna del Parque Nacional Natural Río Puré, Amazonas*. Conservación Internacional Colombia.
- Alarcón-Nieto, G. & Palacios, E. (2005). *Las aves del caño Esperanza, Parque Nacional Natural Río Puré, Amazonas, Colombia*. Informe preliminar. Conservación Internacional Colombia.
- Asociación Colombiana de Ornitología. (2020, febrero 7). *SIB Colombia*. SIB Colombia. <http://doi.org/10.15472/qhsz0p>
- Ayerbe-Quiñones, F. (2018). *Guía ilustrada de la Avifauna colombiana*. Wildlife Conservation Society.
- Hilty, S., y Brown, W. (2001). *Guía de las aves de Colombia*. American Bird Conservancy.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI) & Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2014). *Mapa de ecosistemas de la amazonia colombiana*. SINCHI y Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- McMullan, M., Donegan, T., & Quevedo, A. (2011). *Guía de campo de las aves de Colombia*. Fundación Proaves.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2002). *Resolución 0764 de 05 de agosto de 2002. Por la cual se reserva, alinda y declara el Parque Nacional Natural Río Puré*. Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Si los bosques de esta zona llegan a ser diezmos por presiones como la minería de oro por aluvión y conflictos socioambientales fronterizos con Brasil, las especies de aves con restricción de hábitat desaparecerían, pues ellas están estrechamente relacionadas tanto con la estructura de la vegetación como con la composición florística de los bosques y los microclimas que allí se crean.

préstamo de materiales y equipos de campo; a Valentina Cardona y Daniel Aristizábal por la traducción al inglés del resumen. Finalmente, a Roberto Franco García por embarcarnos en esta aventura y a ACT Colombia por el apoyo incondicional y su compromiso por la protección del pueblo indígena en aislamiento yuri-passé cuyo territorio ocupa gran parte del Parque Nacional Natural Río Puré.

<https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/08/diario-malpelo-1.pdf>

Parker, T., Stotz, D., & Fitzpatrick, J. (1996). *Ecology and distributional database of Neotropical birds*. University of Chicago Press.

Remsen, J.V., J.I., A., Bonaccorso, E., Claramunt, S., Jaramillo, A., & otros. (2020, 11 de febrero). *A Classification of the Bird Species of South America*. A Classification of the Bird Species of South America. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>

Segura, A., Carvajal, H., & Diaz, A. (2019). *Programa de Monitoreo del Parque Nacional Río Puré 2019-2023. Documento anexo al plan de manejo del Parque Nacional Natural Río Puré*. Dirección Territorial Amazonia, Parques Nacionales Naturales de Colombia.

SIG-DTAM. (2013). *Propuesta zonificación de manejo áreas con función amortiguadora. Documento de trabajo*. Escala: 1:180.000 Dirección Territorial Amazonia, Parques Nacionales Naturales de Colombia. ArcGis 9.x. 2013. Dirección Territorial Amazonia, Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Stotz, D., Fitzpatrick, J., Moskovits, D., & Parker, T. (1996). *Neotropical Birds: Ecology and Conservation*. University of Chicago Press.



Foto: Juan Manuel Daza

Anfibios y reptiles en el Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya



Foto: Juan Manuel Daza

Juan M. Daza

Biólogo. Director Grupo Herpetológico de Antioquia, Instituto de Biología, Universidad de Antioquia
juanm.daza@udea.edu.co

María Girleza Ramírez-González

Bióloga. Profesional Universitaria, Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya. Parques Nacionales Naturales de Colombia
maria.ramirez@parquesnacionales.gov.co

Melisa Galeano

Estudiante de Biología, Grupo Herpetológico de Antioquia, Instituto de Biología, Universidad de Antioquia
melisa.galeano@udea.edu.co

Yolanda Henao Álvarez

Operaria Calificada, Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya. Parques Nacionales Naturales de Colombia
yoyohenao@gmail.com

Amphibians and Reptiles in the Otún Quimbaya Fauna and Flora Sanctuary

RESUMEN

Establecer la línea de base en un área protegida es el primer paso para identificar y establecer planes de seguimiento efectivo a nivel de poblaciones, especies y comunidades. En 2019 se determinó la composición y estructura de los anfibios y reptiles presentes en el Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya. Se realizaron cuatro sesiones de muestreo de aproximadamente una semana cada una, con recorridos diurnos y nocturnos a lo largo de las trochas de monitoreo y los senderos ecoturísticos. Se registraron 439 individuos correspondientes a ocho especies de anfibios y cuatro de reptiles; y con registros ocasionales adicionamos a la lista dos especies de anfibios y cinco reptiles. La familia de anfibios más predominante fue Craugastoridae

con cinco especies y de reptiles fue Colubridae con cuatro especies. La herpetofauna encontrada en el área protegida representa una pequeña porción de la gran diversidad de anfibios y reptiles de bosques nublados en Colombia. Este resultado es posiblemente el efecto del pequeño tamaño del área protegida sumado a la falta de muestreos más prolongados. Sin embargo, algunas especies endémicas o con algún grado de amenaza están presentes en el área y tienen poblaciones susceptibles de ser monitoreadas a largo plazo.

Palabras clave: Andes de Colombia, Cordillera Central, Diversidad, Endemismo, Herpetofauna.

ABSTRACT

Species inventories in a protected area are the first step to establish and identify effective monitoring plans at the population, species, and community levels. During 2019, we determined species composition and structure of amphibians and reptiles at the Flora and Fauna Sanctuary Otún Quimbaya. We conducted four sampling sessions in which we use diurnal and nocturnal transects along the monitoring transects and eco touristic trails. We found 439 individuals corresponding to eight amphibian species and four reptiles. We added to that list, two amphibians and five reptiles based on sporadic encounters. The amphibian family most predominant was Craugastoridae with five species; as for reptiles, Colubridae was the family with the larger number of species. The herpetofauna found in the Otún Quimbaya Fauna and Flora Sanctuary stands for a small portion of the great diversity of amphibians and reptiles from Colombia's cloud forests. Likely, this outcome is due to the size of the protected area in addition to the lack of extensive herpetological sampling. Despite this, the Sanctuary harbors several endemic and threatened species with populations subject to long-term monitoring plans.

Keywords: Andes of Colombia, Cordillera Central, Diversity, Endemism, Herpetofauna.

Introducción

El Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya (SFFOQ), ubicado en el Municipio de Pereira, Departamento de Risaralda, se constituye como un Área Prioritaria de Conservación debido a sus condiciones de biodiversidad local y por hacer parte de un corredor de conservación que permite el flujo de especies de importancia regional y nacional. Las coberturas vegetales en las cuchillas, laderas y terrazas varían en su composición florística debido a los procesos de aprovechamiento forestal que se dieron antes de la declaratoria del área protegida (SFFOQ, 2018).

Las investigaciones reportadas para el SFFOQ corresponden, la mayoría, a vegetación, mamíferos y aves. Quizá el primer estudio específico para el SFFOQ sobre anfibios se realizó a principios de los años 90 (Restrepo & Alberico, 1991) y en ese entonces se reportaron 18 especies de ranas y una especie de salamandra. En el Parque Regional Ucumarí, en zona de influencia directa del SFFOQ, se registraron seis

especies de anfibios del género *Pristimantis* (*P. cf cabrerai*, *P. palmeri*, *P. permixtus*, *P. piceus*, *P. thectopternus* y *P. uranobates*) (Buitrago, 2012). El grupo de los ofidios en el área protegida está representado por las especies *Botriechis schlegelii*, *Micrurus mipartitus*, *Lampropeltis triangulum*, *Dipsas* sp. y *Clelia clelia* (Serpentario Nacional, 2013). En cuanto a las lagartijas, se han registrado las especies *Anolis antonii*, *A. ventrimaculatus* y *A. heterodermus*.

Para la gestión relacionada con el componente de herpetofauna, se priorizó esta investigación del portafolio de proyectos de investigaciones del área protegida, considerando que este grupo de vertebrados es el menos estudiado en el Santuario, razón por la cual este proyecto fue elaborado de manera conjunta en el año 2019 con el Grupo Herpetológico de Antioquia de la Universidad de Antioquia, el cual tuvo como objetivo principal determinar la composición y estructura de anfibios y reptiles como información de línea base.

Métodos

Área de estudio

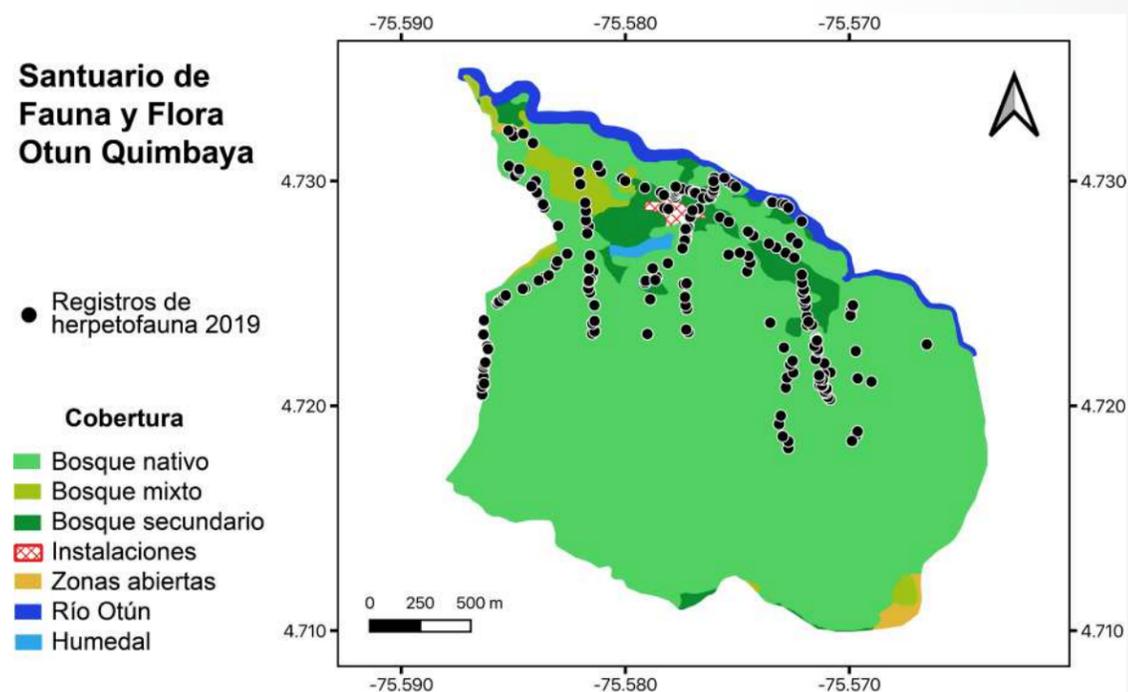
EL SFFOQ hace parte de un corredor de selva andina que se extiende desde los 1750 m s.n.m. de elevación hasta la zona de páramo y glaciar, en los departamentos de Risaralda, Caldas y Tolima; su contexto local es la cuenca alta del río Otún en la vereda La Suiza, municipio de Pereira. Su área es de 451 ha y se ubica entre los 1750 y 2276 m s.n.m. Según el sistema

Caldas-Lang el clima es frío-húmedo; su temperatura media anual es de 16,8 °C y la precipitación media de 2638,5 mm/año (SFFOQ, 2018).

En la actualidad, el SFFOQ es un mosaico de coberturas vegetales dominado por una matriz de bosques maduros y bosques secundarios, todo esto gracias a la conservación de la parte alta de las microcuencas desde tiempos anteriores a la declaración del área (Figura 1).

Figura 1

Coberturas vegetales y los registros de herpetofauna del presente estudio



Nota. Tomado de SFFOQ (2018).

Muestreo de herpetofauna

Se realizaron recorridos a lo largo de las trochas previamente establecidas en el SFFOQ para el muestreo (Figura 1), las cuales incluyen los principales hábitats como bosque maduro, bosque secundario en diferentes estados sucesionales húmedales y zonas abiertas (p. ej., pastizales), de acuerdo con las coberturas vegetales según la cartografía del plan de manejo del área protegida (SFFOQ, 2018). Con el fin de evidenciar la mayor cantidad de anfibios y reptiles en el menor tiempo posible, implementamos el método estándar VES (Visual Encounter Surveys) y registrando el tiempo invertido dependiendo de la longitud de la trocha (Crump & Scott, 1994). Inspeccionamos todos los microhábitats posibles como arbustos, rocas, quebradas, vegetación en descomposición, entre otros. Para cada individuo observado se registró la fecha y hora de observación, coordenadas, microhábitat y hábitat (este método ha sido muy eficiente en estudios de corta duración [Doan, 2003]). Con la estrategia de ciencia ciudadana participativa, se incluyeron los registros en la plataforma

iNaturalist, reportados en el Proyecto Soy Naturalista Otún Quimbaya (www.inaturalist.org). Estos registros sirvieron para determinar si estas iniciativas de ciencia ciudadana registran las mismas especies que los registrados en métodos de muestreo estandarizados.

Identificación y toma de muestras

Todos los individuos fueron capturados y se intentaron identificar *in situ*. Los individuos que no se identificaron, se colectaron en bolsas de plástico y se transportaron hasta el centro de investigación del SFFOQ para corroborar allí su identidad a partir del uso de claves taxonómicas y toma de medidas morfométricas para su identificación. Todos los individuos colectados se sacrificaron utilizando lidocaína 2 %, se fijaron en formalina 10 % durante 48 horas y luego se almacenaron en etanol 70% (Simmons, 2015). Antes de la fijación, se extrajo una muestra de tejido que se almacenó en etanol 99 % para posteriores análisis genéticos. Para la identificación de los ejemplares colectados se utilizó

literatura especializada en los diferentes grupos taxonómicos; en adición, fueron comparados con ejemplares de referencia de la colección del MHUA (Museo de Herpetología Universidad de Antioquia) que cuenta con más de 18000 ejemplares con gran representatividad del

norte de la Cordillera Central (Ortiz-Yusti et al., 2015). Todos los ejemplares fueron depositados en el MHUA (colección número 80 del Registro Nacional de Colecciones Biológicas del Instituto Alexander von Humboldt).

Resultados y discusión

Con un esfuerzo de muestreo acumulado de 163 horas/hombre, así como un promedio de cinco observadores, entre las nueve trochas de monitoreo y dos senderos ecoturísticos estudiados, se registraron 439 individuos pertenecientes a ocho especies de anfibios y cuatro de reptiles (Tabla 1). Adicionalmente, en encuentros ocasionales, se adicionaron a la lista dos especies de anfibios y cinco especies de reptiles. Los linajes con más representatividad de especies

fueron la familia de ranas Craugastoridae con tres géneros y seis especies, y la familia de serpientes Colubridae con tres géneros y cuatro especies. Las especies de ranas más abundantes en todo el muestreo fueron respectivamente *Pristimantis achatinus*, *P. palmeri* y *P. thectopternus*. La especie de reptil más común fue la lagartija *Anolis ventrimaculatus* (Figuras 2 y 3).

Tabla 1

Composición y abundancia relativa de los anfibios y reptiles registrados en el Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya en 2019

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	FRECUENCIA	IUCN
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Centrolene savagei</i>	3	LC
			<i>Centrolene cf. Quindianum</i> *	1	VU
		Hylidae	<i>Dendrosophus columbianus</i>	13	LC
			Dendrobatidae	<i>Leucostethus brachistriatus</i>	24
		Craugastoridae	<i>Niceforonia mantipus</i>	10	LC
			<i>Pristimantis achatinus</i>	129	
			<i>Pristimantis palmeri</i>	102	
			<i>Pristimantis sp.</i>	44	
<i>Pristimantis thectopternus</i>	67				
Reptilia	Squamata	Dactyloidae	<i>Strabomantis ruizi</i> *	1	
			<i>Anolis antonii</i>	8	
			<i>Anolis eulaemus</i>	6	
		Colubridae	<i>Anolis ventrimaculatus</i>	30	
			<i>Clelia sp.</i> *	1	
			<i>Dipsas sanctijoannis</i> *	4	
			<i>Erythrolamprus epinephelus</i> *	1	
			<i>Erythrolamprus sp.</i> *	1	
		Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus vertebralis</i>	3	
		Viperidae	<i>Bothriechis schlegelii</i> *	1	

Nota. * Registros ocasionales.

La abundancia de estas especies es esperada en estos tipos de ecosistemas andinos. La región andina posee alto endemismo y su riqueza hídrica y alta humedad favorece la alta diversidad en especial de ranas del género *Pristimantis* (Lynch et al., 1997; Navas, 2002; Bernal & Lynch, 2008). El género de ranas *Pristimantis* es el linaje con mayor diversificación en los Andes del norte y su éxito en esta región biogeográfica se fundamenta en gran medida en su modo reproductivo de desarrollo directo, donde no necesitan de cuerpos de agua sino de la humedad

del suelo y vegetación, donde las hembras depositan sus huevos y los embriones se pueden desarrollar adecuadamente (Duellman & Trueb, 1994). Presumiblemente, *Niceforonia mantipus* y *Strabomantis ruizi*, también dentro de la familia Craugastoridae, pero pertenecientes a subfamilias diferentes (Holoadeninae y Craugastorinae, respectivamente), tienen desarrollo directo, por lo que su presencia en la hojarasca del bosque no es inusual (Hedges et al., 2008).

Figura 2

Especies de anfibios presentes en el Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya



Nota. a) *Leucostethus brachistriatus*. Foto: Melisa Galeano; b) *Pristimantis achatinus*. Foto: Daniel Bocanumenth; c) *Centrolene savagei*. Foto: Daniel Bocanumenth; d) *Niceforonia mantipus*. Foto: Melisa Galeano; e) *Pristimantis palmeri*. Foto: Daniel Bocanumenth; f) *Dendropsophus colombianus*. Foto: Juan M. Daza

Figura 3

Especies de reptiles presentes en el Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya



Nota. a) *Dipsas sanctiyoannis*. Foto: Yolanda Henao; b) *Bothriechis schlegelii*. Foto: Daniel Bocanumenth; c) *Pholidobolus vertebralis*, foto: Daniel Bocanumenth, d) *Erythrolamprus epinephelus*, foto: Fernando López, e) *Anolis ventrimaculatus*, foto: Juan M. Daza, f) *Anolis antonii*, foto: Daniel Bocanumenth.

Los bosques Andinos de Colombia también son diversos en ranas de la familia Centrolenidae. Llamadas ranas de cristal por su vientre transparente, los centrolénidos habitan las quebradas andinas y depositan sus nidadas en hojas que cuelgan sobre el agua o en piedras (Cisneros & Mcdiarmid, 2007), donde presentan cuidado parental (Figura 2). En nuestros muestreos solo encontramos cerca de las quebradas y dentro del bosque a las especies *Centrolene savagei* y *C. cf. quindianum*. Es muy posible que con mayor esfuerzo de muestreo se encuentren más especies de esta diversa familia. A pesar de la

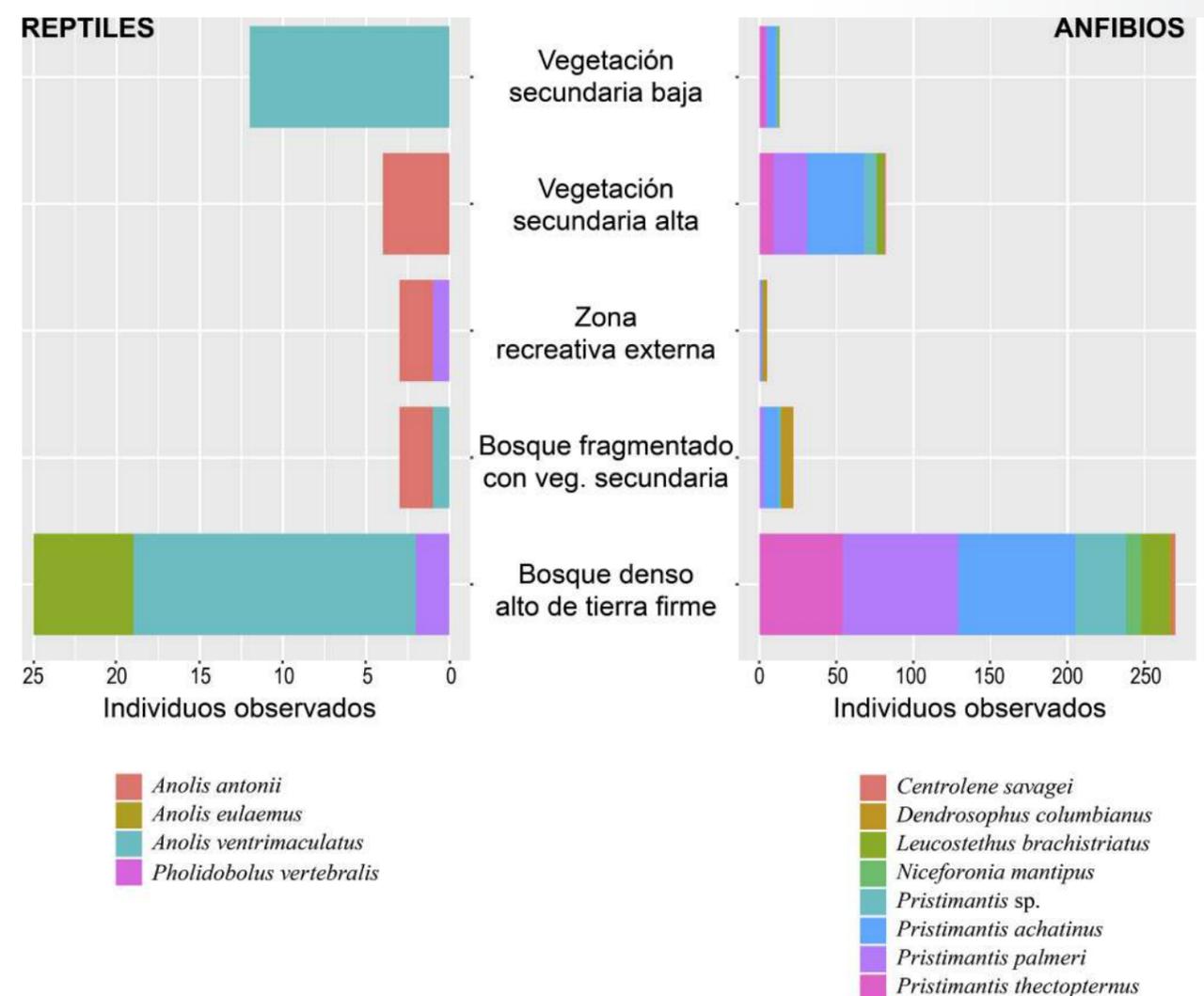
poca diversidad encontrada y de su baja abundancia en recorridos visuales, en algunas quebradas se pueden escuchar frecuentemente lo que las hace especies potenciales para monitoreos bioacústicos. Por último, las especies *Dendropsophus columbianus* y *Leucostethus brachistriatus* son especies también asociadas a cuerpos de agua, pero con mayor tolerancia ecológica que los centrolénidos, dado que habitan tanto en interior de bosque como en zonas abiertas (Agudelo-Valderrama et al., 2014; Guevara-Molina et al., 2017).

Los hábitats con mayor número de registros y especies fueron el bosque denso de tierra firme y el bosque secundario con reductos de plantaciones (Figura 4). Las especies de anfibios siempre fueron las dominantes en todos los tipos de cobertura; y, entre los reptiles, el lagarto *Anolis ventrimaculatus* fue más abundante en el bosque secundario; *Anolis eulaemus* solo se encontró en bosque secundario; y, en

contraste, *Anolis antonii*, una especie del grupo *fuscoauratus*, tiene preferencias por las zonas despejadas o con alta incidencia de los rayos solares (Grisales et al., 2017). En consecuencia, esta especie estuvo presente en los hábitats de zona abierta y borde de carretera. El resto de los reptiles registrados durante el estudio provienen de encuentros ocasionales y se hallaron en los diferentes hábitats del área protegida.

Figura 4

Abundancia relativa de anfibios y reptiles en cada tipo de hábitat encontrado en el Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya



La herpetofauna en el SFFOQ no está homogéneamente distribuida. La mayor densidad de registros y especies se encontró en los hábitats de la zona de recuperación natural, entre la carretera y el río Otún. Es posible que por ser esta zona un área de terrazas, más plana y de más acceso, comparado con las trochas, cuyos tramos están en zona intangible, con colinas que se dirigen hacia el límite sur, el mayor número de registros sea un resultado de la detectabilidad en esta zona. Esta hipótesis solo se puede corroborar con muestreos continuos a lo largo del tiempo que incrementen el esfuerzo de muestreo en la parte sur del área protegida. Otra posible explicación es que esta zona de recuperación presenta una heterogeneidad mayor (borde de carretera, bosque nativo en diferentes procesos sucesionales con reductos de plantaciones forestales) y eso le concede mayor complejidad de microhábitats para la coexistencia de más especies de anfibios y reptiles (Hernández-Ordoñez et al., 2015).

En el mosaico de las coberturas vegetales del SFFOQ y de humedales al interior del bosque, cuyo régimen de aporte hídrico es generalmente pluvial, predominan la vegetación herbácea y arbustiva de zonas inundadas (Ramírez-González et al., 2018). Por ejemplo, en la zona de recreación general, en inmediaciones de la infraestructura administrativa y ecoturística, y en algunos predios al interior y limítrofes del SFFOQ hay presencia de pastos. Esta heterogeneidad se ve reflejada en la herpetofauna encontrada. Nuestros recorridos por tiempo definido fueron a través de las trochas designadas para monitoreo, pero estas no fueron homogéneas en su estructura vegetal (p.ej. una misma trocha puede comprender bosque nativo, plantación y bosque secundario). Entonces, para un próximo muestreo se recomienda asociar la distribución de la herpetofauna a los diferentes hábitats y no a las unidades de muestreo para monitoreo del SFFOQ.

Con respecto a los microhábitats, o sustratos más utilizados por los individuos, se encontró que fueron diferentes entre especies, como la hojarasca, las raíces de los árboles y las hojas de vegetación (en diferentes rangos de altura) usados por las especies del género *Pristimantis*, la mayoría de las especies de reptiles y los centrolénidos. Otros microhábitats como vegetación inundada y estanques fueron mayormente usados por especies como *Leucostethus brachistriatus* y *Dendropsophus colombianus*.

Por otra parte, dada la motivación del proyecto con ciencia participativa, durante el año 2019 y hasta abril de 2020, se adicionaron 82 observaciones en la plataforma iNaturalist (www.inaturalist.org), en comparación con solo 40 observaciones entre 2017 y 2018. La mayor cantidad de registros provienen del borde de la carretera donde se tiene más acceso y corresponden de nuevo a ranas del género *Pristimantis*. Dada la dificultad de la identificación de este grupo de ranas por medio de una fotografía, gran porcentaje de los registros se encuentran hasta nivel de género. Con nuestro estudio, muchos de estos registros se pueden identificar hasta especie, en particular, cuando se tratan de registros de *P. achatinus* y *P. palmeri* y *P. thectopternus*. Así mismo, la detección de siete especies por fuera de los recorridos establecidos dentro del estudio demuestran la poca detectabilidad de especies, como serpientes, en métodos de muestreo tradicionales.

Estos resultados demuestran la gran utilidad de la ciencia participativa a través de plataformas como iNaturalist para documentar en tiempo y espacio la diversidad de anfibios y reptiles (McKinley et al., 2017). Se hace imperativo entonces incluir dentro de las políticas de las áreas de Parques Nacionales, la capacitación y fortalecimiento de estrategias que implementen estas iniciativas para tener un mejor conocimiento sobre la fauna que muchas veces es elusiva en muestreos cortos.

Conclusiones

La herpetofauna encontrada en el SFFOQ representa la diversidad esperada en ecosistemas andinos con cierto grado de perturbación. Tres especies de anfibios están en algún grado de amenaza lo que sugiere implementar estrategias de seguimiento o monitoreo a largo plazo para estas especies.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el Grupo Herpetológico de Antioquia; agradecemos al personal del SFFOQ por la motivación y valoración de la investigación y por su acogida durante la estadía durante los muestreos. A Felipe Cardona, Álvaro Ríos y Daniel

Las alianzas estratégicas de los Parques Nacionales Naturales con universidades en función de apoyos técnicos, operativos, económicos y metodológicos permiten dar lineamientos al monitoreo y manejo de especies de anfibios y reptiles vulnerables asociadas a ecosistemas estratégicos como los bosques andinos.

Bocanumenth por disponer sus fotografías; y a los estudiantes del Instituto de Biología de la Universidad de Antioquia Santiago Arango, Brayán Zora, Daniel Bocanumenth y Juan Felipe Herrera, por su valioso apoyo en el trabajo en campo.

Referencias

- Agudelo-Valderrama, O. L., W. Bolívar-G., & Hernández-Medina, C. A. (2014). *Dendropsophus columbianus* (Boettger 1892). *Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia*, 2(1), 40-46.
- Bernal, M. H. & Lynch, J. D. (2008). Review and analysis of altitudinal distribution of the Andean anurans in Colombia. *Zootaxa*, 1826(1), 1-25.
- Buitrago, W. (2012). *Ranas Pristimantis de un bosque andino, Parque Regional Natural Ucumari*. Wildlife Conservation Society- WCS.
- Cisneros, D. F. & McDiarmid, R. W. (2007). Revision of the characters of Centrolenidae (Amphibia: Anura: Athesphatanura), with comments on its taxonomy and the description of new taxa of glassfrog. *Zootaxa*, 1572(1), 1-82.
- Crump, M. & Scott, N.J. (1994). Visual encounter surveys. En W.R. Heyer, M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.-A.C. Hayek, L.-A.C. & M.S. Foster (Eds.), *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians* (pp. 84-92) Smithsonian Institution Press.
- Doan, T. M. (2003). Which methods are most effective for surveying rain forest herpetofauna? *Journal of Herpetology*, 37(1), 72-81.
- Duellman, W. E. & Trueb, L. (1994). *The Biology of Amphibians*. The Johns Hopkins University Press.

- Grisales F.A, Velasco, J., Bolivar, W., Williams, E.E. & Daza, J.M. (2017). The Taxonomic and phylogenetic status of some poorly known anolis species from the Andes of Colombia with the Description of a Nomen Nudum Taxon. *Zootaxa*, 4303(2), 213-230.
- Guevara-Molina, S. C., Benitez-Cubillos, E. L. & Londoño-Guarnizo, C. A. (2017). *Colostethus fraterdanieli* (Silverstone 1971). *Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia*, 3(2), 14-19.
- Hedges, S. B., Duellman, W. E., & Heinicke, M. P. (2008). New World direct-developing frogs (Anura: Terrarana): molecular phylogeny, classification, biogeography, and conservation. *Zootaxa*, 1737(1), 1-182.
- Hernández-Ordóñez, O., Urbina-Cardona, N., & Martínez-Ramos, M. (2015). Recovery of amphibian and reptile assemblages during old-field succession of tropical rain forests. *Biotropica*, 47(3), 377-388.
- McKinley, D. C., Miller-Rushing, A. J., Ballard, H. L., Bonney, R., Brown, H., Cook-Patton, S. C., Evans, D. M., French, R. A., Parrish, J., Phillips, T. B., Ryan, S. F., Shanley, L.A., Shirk J. I., Stepenuck, K. F., Weltzin, J. F., Wiggings, A., Boyle, O. D., Briggs, R. D., Chaplin, S. F., Hewitt, D. A., Preus, P. W. & Soukup, M. A (2017). Citizen science can improve conservation science,

natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation*, 208(1), 15-28.

- Lynch, J. D., P. M. Ruíz-Carranza & M. C. Ardila-Robayo. (1997). Biogeographic Patterns of Colombian frogs and toads. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 21(80), 237-248.
- Navas, C. A. (2002). Herpetological Diversity along Andean elevational gradients: Links with Physiological ecology and evolutionary physiology. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 133(3), 469-485
- Ortiz-Yusti, C., Daza, J.M., Páez, V. & Bock, B. (2015). The MHUA herpetological collection: 16 years of amphibian and reptile data from northwestern Colombia. *Biodiversity Data Journal*, 3: e1325. Doi: 10.3897/BDJ.3.e1325
- Ramírez-González, M. G., Uribe-Lastra, M. López-Muñoz, S. & Ramírez-Ayala, J. C. (2018). *Caracterización de los humedales y los servicios ecosistémicos asociados*

al recurso hídrico en SFF Otún Quimbaya. Informe final. Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya- Universidad Tecnológica de Pereira.

- Restrepo, J.H. & Alberico, M. (1991). *Los anfibios y reptiles de Ucumari*, Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER.
- Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya-SFFOQ (2018). *Plan de Manejo Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya 2018-2022*. Dirección Territorial Andes Occidentales, Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Serpentario Nacional de Colombia. (2013). *Caracterización de los ofidios (venenosos peligrosos, venenosos potencialmente venenosos) presentes en el Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia*. Serpentario Nacional de Colombia.
- Simmons, J. E. (2015). *Herpetological Collecting and Collections Management*. Herpetological Circular No. 42. SSAR Publisher.



Foto: Johana Espindola

Ocupación del oso andino (*Tremarctos ornatus*) en el Parque Nacional Natural Pisba 2017-2018



Johana Katerine Espindola

Bióloga. Profesional investigación y monitoreo. Parque Nacional Natural Pisba. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
johanakaterina1815@gmail.com

Carlos Arturo Lora Gómez

Biólogo. Jefe de área protegida Parque Nacional Natural Pisba. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
carlos.lora@parquesnacionales.gov.co

Diego Castro Cabrera

Ing. Agrónomo. Profesional. Parque Nacional Natural Pisba. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
castrodiego59@gmail.com

Rafael Antonio Valderrama

Operario Parque Nacional Natural Pisba. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
rafael1976vp@gmail.com

Luinel Fernando Torres

Operario. Parque Nacional Natural Pisba. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
luinelfernando07@gmail.com

Herber León Palacios

Técnico administrativo. Parque Nacional Natural Pisba. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
h.palacios9166@gmail.com

Ever Castro Rodríguez

Operario. Parque Nacional Natural Pisba. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
evercastro640@gmail.com

Occupancy of the Andean Bear (*Tremarctos ornatus*) in Pisba National Natural Park 2017-2018

Arbey Alexander Vargas

Operario. Parque Nacional Natural Pisba. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
arbeyvargas78@gmail.com

Deisy Lorena Rodríguez

Técnica. Parque Nacional Natural Pisba. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
lorendey98@gmail.com

Raúl Prieto Alfonso

Operario. Parque Nacional Natural Pisba 2014-2019. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
raulprieto5906@gmail.com

Yeny Montañez Merchán

Operaría. Parque Nacional Natural Pisba 2017-2018. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
montanezjeny@gmail.com

Manuel Rodríguez

Profesional de investigación y monitoreo Dirección Territorial Andes Nororientales 2017-2018. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
manuelloud@gmail.com

RESUMEN

El oso andino es una especie vulnerable a nivel global y para Colombia. Ha sido priorizado como uno de los ocho Valores Objeto de Conservación del Parque Nacional Natural Pisba. Se encuentra amenazado por las actividades agropecuarias que se realizan al interior del área protegida en torno a la situación de manejo de uso, ocupación y tenencia, y la interacción negativa con las comunidades por la amenaza que el oso les representa. Durante los años 2017-2018 (T0) se colectó información de presencia/ausencia del oso andino y las presiones asociadas a lo largo de 216 transectos de 600 m, distribuidos en 72 celdas de 1 km² y 18 celdas de 16 Km². Se ajustaron modelos de ocupación de una temporada a escala de área de acción (16 Km²) y uso

(1 km²) usando el programa PRESENCE. Los modelos muestran que la ocupación del oso a escala de área de acción fue de $\psi=0,6177$ (E.E=0,1163). La detectabilidad fue baja ($p=0,3148$; E.E. 0,0415). Los modelos a escala de uso evidencian que la ocupación disminuye con la presencia de ganadería dentro del parque. La información resultante será utilizada para generar acciones de manejo para el área, así como una línea base para determinar la eficacia y eficiencia de las acciones implementadas.

Palabras clave: Oso andino, ocupación, distribución, PNN Pisba.

ABSTRACT

The Andean Bear is a vulnerable species both worldwide as locally in Colombia. Prioritized as one of the eight Conservation Values Objects of the Pisba National Natural Park. This species is threatened by the agricultural activities carried out inside of this protected area, regarding the situation of Use, Occupation and Tenure, and the negative interaction with the communities due to the menace that Andean Bear represents to them. During 2017 and 2018 information related to the presence and absence of the Andean Bear was collected along transects of 600 m, distributed among 72 cells of 1 km² and 18 cells of 16 km². The models of occupation in one season were adjusted to a scale of home range (16 km²) and use (1 km²) for the species using the software "PRESENCE". While detectability was low ($p=0,3148$; E.E. 0,0415), the models indicated that the occupation of the bear in action area scale in the Park was of $\psi=0,6177$ (E.E=0,1163). The preliminary models to a scale of use make evident that the occupation of the Andean Bear decreases with the presence of cattle raising inside the park. The information collected will be used to create and generate actions of management for Pisba National Natural Park, and a baseline will be used to determine the efficacy and efficiency of the implemented actions.

Keywords: Andean Bear, Occupation, distribution, Pisba National Natural Park

Introducción

El oso andino es una especie endémica de los andes tropicales y el único úrsido de Suramérica. Se distribuye en los andes de Colombia, Venezuela, Perú, Ecuador y Bolivia, principalmente en bosques montanos, punas y páramos (Peyton, 1999). Se encuentra catalogada como vulnerable por la UICN (Union Internacional para la Conservación de la Naturaleza) y el Ministerio de Ambiente de Colombia. En el país, la especie se encuentra distribuida en bosques subandinos, andinos y páramos en las tres cordilleras, y abarca todos los ramales de los Andes colombianos.

La estrategia de conservación del oso andino en Parques Nacionales señala que la preservación de esta especie requiere el monitoreo de las poblaciones de oso en las áreas protegidas y en el paisaje en el cual están inmersas, información en la cual se basan las decisiones de manejo de las instituciones y las alianzas en las áreas protegidas y los paisajes para reducir las presiones sobre la especie y mantener su hábitat dentro de paisajes continuos de más de 3800 km². El Parque Nacional Natural Pisba (PNN Pisba) está localizado en la unidad de conservación Tamá-Cocuy-Pisba, el cual se encuentra conformado por áreas protegidas a nivel Nacional además del Parque Nacional regional Siscunsi-Ocetá y la Reserva Forestal Protectora del Cravo sur. Según el modelo de probabilidad, se observa que debido al tipo de coberturas se puede presentar la especie en ciertos sitios dentro del núcleo; igualmente también se ha registrado la presencia de oso mediante avistamientos e interacciones negativas, lo que requiere articulación interinstitucional para realizar un manejo que permita proteger la especie (Parra et al., 2019)

Como parte de los Valores Objeto de Conservación (VOC) del PNN Pisba, se define al oso andino (*Tremarctos ornatus*) como un VOC de filtro fino, teniendo en cuenta que es una especie sombrilla, es sensible como indicador de presiones (ganadería y cacería), e indicador de pérdida de hábitat asociados a la transformación y disminución de coberturas naturales. Adicionalmente, al ser el oso un omnívoro oportunista, dada la presencia de ganadería al interior o en el área de influencia de Parque, el consumo ocasional de ganado puede generar situaciones de retaliación por parte de la comunidad que terminan en la cacería de la especie, lo cual causa una reducción en la población. En este sentido el PNN Pisba, como parte de la Alianza para la Conservación del Oso Andino (de la cordillera oriental) colectó información de presencia de la especie a lo largo del área protegida. A partir de este ejercicio, se ajustaron los modelos de ocupación a escala de área de acción y escala de uso, determinando el estado del oso andino en el área protegida. Con ello, se estimó el efecto de las presiones sobre la especie y se contribuyó al monitoreo a escala de paisaje. Los resultados obtenidos permitirán identificar la efectividad de manejo del área protegida, esto gracias a la información sobre la integridad de los ecosistemas y la incidencia de las presiones sobre este VOC, de manera que se establezcan las estrategias para el mantenimiento de poblaciones de oso andino y el cumplimiento de los objetivos de conservación del Parque.

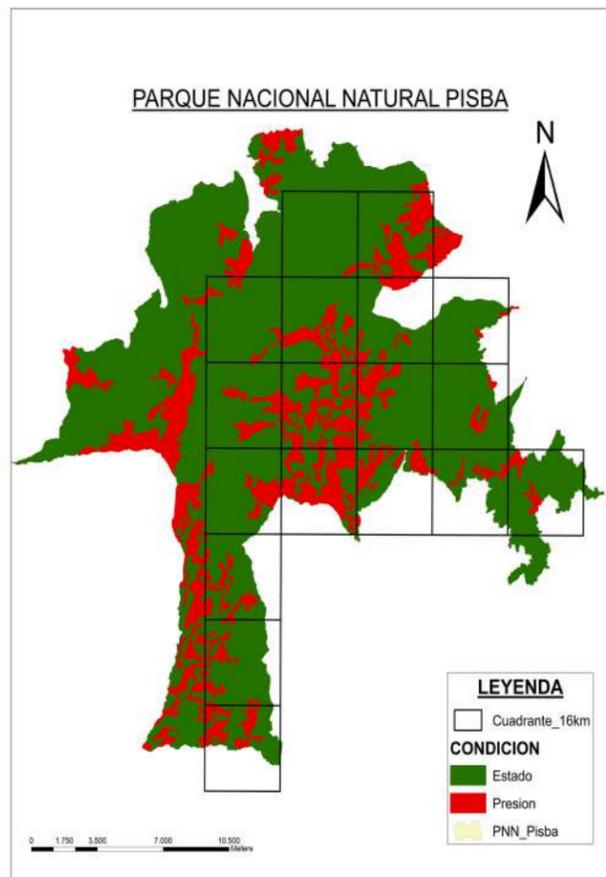
Métodos

Área de estudio

El Parque Nacional Natural Pisba se ubica en el extremo septentrional de Suramérica en la cordillera Oriental de Colombia, zona nororiental del departamento de Boyacá entre los municipios de Pisba, Mongua, Tasco, Socha y Socotá en Boyacá, y el municipio de Támara en Casanare. Abarca 45000 hectáreas y un rango altitudinal entre los 1861 y 3965 m s.n.m según Resolución 155 de 1977 emitida por el Ministerio de Agricultura que comprende ecosistemas de alta montañas (páramo, subpáramo, bosque andino y altoandino). Mediante el análisis multitemporal de la transformación de las coberturas dentro de los biomas de páramo y bosque altoandino durante el período 2012-2017, se conoció que estos ecosistemas han sufrido

Figura 1

Área de muestreo. PNN Pisba



una transformación antrópica de casi el 74,6 % debido a la actividad de ganadería desarrollada por las comunidades desde años anteriores a la creación del Parque (Guio et al., 2018).

Monitoreo de la ocupación de oso andino

El monitoreo se realizó mediante el establecimiento de transectos. A partir de la guía de monitoreo de oso andino propuesta por Wildlife Society Conservation (WCS) y Parques Nacionales Naturales de Colombia (Márquez et al., 2017), se seleccionaron como unidades de muestreo 18 cuadrantes de 16 Km² lo que equivale a un área total de 272 Km² que representan un poco menos de la mitad del área del Parque. El número de cuadrantes se seleccionó teniendo en cuenta el acceso, las rutas de Prevención, Vigilancia y Control (PVC), la topografía del terreno y los reportes de presencia de la especie. Cada unidad de muestreo (cuadrante) está dividida en subunidades de 1 km² (sub-cuadrantes), de los cuales se seleccionaron cuatro sub-cuadrantes. En cada subcuadrante se establecieron 3 transectos de 0,6 km cada uno, recorridos a pie y separados entre sí por 1,50 m aproximadamente. A medida que se recorrían los transectos, se registraba el track en el GPS y se buscaba evidencia de la presencia de la especie (huellas, comederos, excremento, dormitorios, marcas en árboles) (Goldstein et al., s.f.). Una vez encontrado alguno de estos rastros, se marcaba la localización en el GPS. Igualmente se registraron variables del muestreo como la altura promedio de la vegetación, las condiciones topográficas de cada transecto (cresta, ladera o valle), presencia/ausencia de alimento de alta visibilidad en comederos (Tabla 1) y se listaron las especies observadas que podían ser consumidas por el oso.

También se registraron variables de sitio como son las presiones que se observaban en el recorrido (tala, quema, ganadería, perros, gente [Tabla 2]). Estas variables se usaron en el análisis para mejorar la estimación de la ocupación y la probabilidad de detección de la especie.

Tabla 1

Covariables de sitio utilizadas para modelar la ocupación del oso andino en el PNN Pisba. Temporada 0: 2017-2018

COVS	DEFINICIÓN
Alimento	Presencia de alimento identificable a distancia en comederos del oso andino dentro del transecto
Cresta	Transecto principalmente sobre cresta de montaña
Ladera	Transecto principalmente sobre ladera
Valle	Transecto principalmente sobre valle
Altura	Altura de la vegetación promedio a lo largo del transecto

Tabla 2

Covariables de sitio utilizadas para modelar la ocupación del oso andino en el PNN Pisba temporada 0: 2017-2018

COVS	DEFINICIÓN
Hab144	Cantidad de hábitat disponible en el entorno de 144 km ²
Hab 16	Cantidad de hábitat disponible en el entorno de 16 km ²
Hab9	Cantidad de hábitat disponible en el entorno de 9 km ²
Hab1	Cantidad de hábitat disponible en el entorno de 1 km ²
d_vias	Distancia a vías
d_cp	Distancia a centros poblados
acc	Índice de accesibilidad humana al área (dado por la pendiente y la distancia a centros poblados y vías)
d_runap	Distancia a áreas protegidas del RUNAP
d_pn	Distancia a Parques Nacionales naturales
Ganado	Presencia de ganadería extensiva en áreas naturales
Tala	Presencia de tala selectiva en áreas naturales
Quema	Presencia de quemados en áreas naturales
Cultivo	Presencia de cultivos en áreas naturales
Gente	Presencia de gente en áreas naturales
Perros	Presencia de perros en áreas naturales

Análisis de la información

La información de presencia del oso en campo se sistematizó en una matriz de detección= 1 no detección= 0 dentro de cada transecto, en los 18 cuadrantes evaluados, y dentro cada subcuadrante de 1 Km². La información geográfica (*track* y *waypoints*) y el material fotográfico se almacenó siguiendo el protocolo para el manejo de la información elaborado por WCS (Márquez et al., 2017).

Resultados y discusión

Durante el muestreo, se abarcó un total de 18 cuadrantes, 72 subcuadrantes y 864 transectos, recorriendo de esta manera 129,6 km aproximadamente. Los resultados del modelo nulo a 16 km² determinó una ocupación para el oso andino de $\psi = 0,6177$ (E.E.=0,1163) y una detectabilidad de $p: 0,3148$ (E.E. 0,0415) (Figura 2). Se determinó la probabilidad de uso por parte de

Las estimaciones de la ocupación y detectabilidad se realizaron usando el programa PRESENCE. Se ajustaron modelos simples de una temporada (*Single Season- Single-Species*) que pone a prueba el ajuste del modelo al incluir covariables que afectan la ocupación o la detectabilidad del oso andino. El mejor modelo fue seleccionado usando el Criterio de Información de Akaike (AIC).

la especie en relación con el número de presiones presentes en cada sub-cuadrante. El resultado obtenido se debe a la situación de Uso, Ocupación y Tenencia del área protegida, ya que las actividades que realizan las comunidades relacionadas con la ganadería extensiva, afectan el hábitat para el mantenimiento de las poblaciones de oso.

Tabla 3

Modelo utilizado para modelar la ocupación del oso andino en el PNN Pisba. Temporada 0: 2017-2018

TEMPORADA	MODELO AJUSTADO	DELTA	PESO DEL MODELO (WI)
TO	Psi (d_runap,hab1,ganado),p(alimento,ladera)	0	0.2403
TO	Psi(d_runap,hab16,ganado),p(alimento,ladera)	0.09	0.2297
TO	Psi (d_runap,hab9,ganado),p(alimento,ladera)	0.11	0.2275
TO	Psi(.).p(.)	34,04	0

El modelo seleccionado (Tabla 3) predice que las covariables que afectan la presencia del oso son la distancia a áreas protegidas incluidas en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP), la cantidad de hábitat silvestre disponible (a 1-9-16 Km²) y la presencia de ganadería extensiva. Estas dos covariables afectan de manera negativa la presencia de la especie, ya que están ejerciendo una presión significativa sobre los ecosistemas que el oso utiliza como lo afirma Peyton (1999) de donde se identifica la principal amenaza de la población. Para el año 2017, en el bosque altoandino se reporta

un predominio de coberturas transformadas, las cuales abarcan 7573 ha, lo que equivale a un 63,3 % de la extensión del área del Parque; sumado a esto se tiene el manejo inadecuado que la comunidad le da a su ganado, lo que genera que estas áreas de pastoreo se traslapen con el hábitat del oso, lo que se traduce en una disminución del territorio que la especie requiere para su alimentación, reproducción y supervivencia.

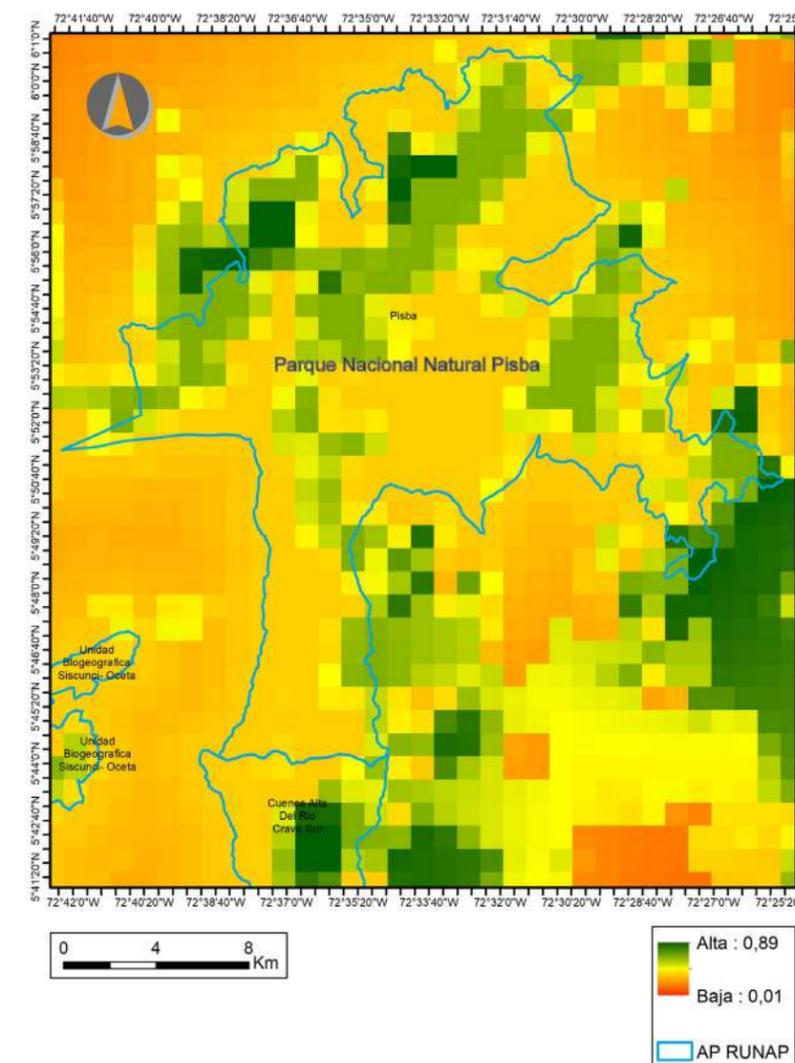
De acuerdo con lo registrado en campo la mayoría de los rastros de la especie se obtuvieron

en lugares con predominancia de crestas y laderas, estas últimas con pendientes fuertes de difícil acceso, constituidas por vegetación muy densa y estratos arbóreos de más de 14 m de altura, sitios que posiblemente el oso utiliza

como refugio y zonas de alimentación, dado que en la zona se registró una gran cantidad de bromelias, plantas que se encontraron frecuentemente con rastros de herbivoría causada por el oso.

Figura 2

Probabilidad de ocupación del oso andino en el PNN Pisba. Temporada 0: 2017-2018



A pesar de que a nivel de uso se presentaron probabilidades del 0 %, a nivel de área de acción la probabilidad más baja fue del 30 %. Esto se puede deber a que, aunque existen áreas donde se realizan actividades ganaderas, aún quedan sitios que pueden ser usados por la especie debido a su calidad de hábitat. Hacia el sector del Cravo sur (parte sur) del área protegida es donde mayor evidencia de la presencia

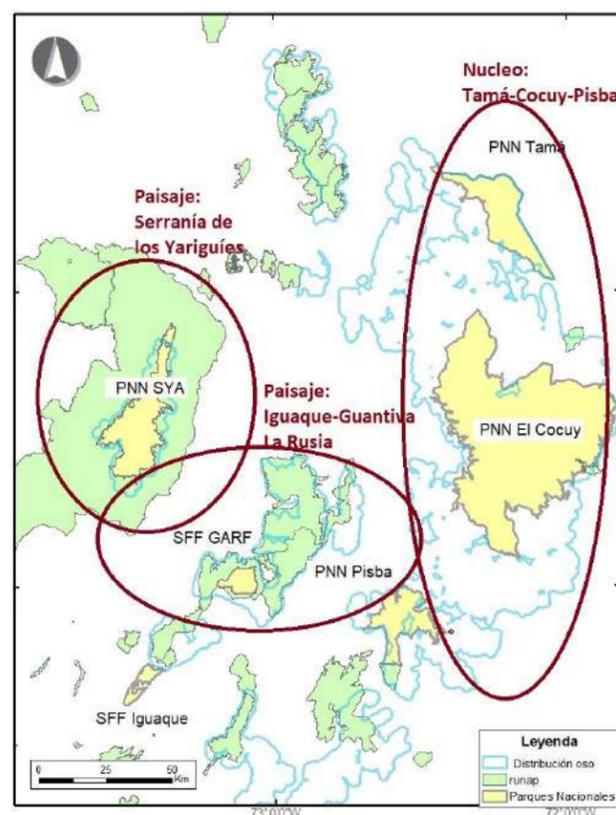
de la especie encontramos, esto también se podría deber a la Reserva Forestal Protectora de la cuenca alta del Río Cravo Sur, que se encuentra en el área de influencia del Parque, en jurisdicción de Corporación Autónoma Regional de la orinoquia-Corporinoquia, con una extensión de 4761 ha, lo que podría facilitar procesos de conectividad hacia los Llanos Orientales.

Otro de los factores importantes es que en la zona de influencia del Parque, hacia el lado oriental, se localizan las veredas del Oso, Chipaviejo y la Reforma que pertenecen al municipio de Socotá, en jurisdicción de Corpoboyacá, en donde existen asentamientos humanos, lo que también puede influir en la disminución de la probabilidad de presencia de oso para estos sitios.

La información obtenida no solamente es importante para el conocimiento del VOC a nivel del área protegida, si no que estos datos serán útiles para el análisis de ocupación del oso a nivel paisaje, ya que el PNN Pisba hace parte de las Unidades Núcleo de Conservación “Tama-Cocuy- Pisba” planteada en la Estrategia de Conservación del Oso andino para Parques Nacionales Naturales (PNN & WCS, 2018), identificado como un área clave para la conservación de una población viable de la especie sobre la cordillera oriental (Figura 3).

Figura 3

Distribución potencial del oso andino a nivel regional



Las Unidades Núcleo de Conservación fueron seleccionadas por Parques Nacionales Naturales y Wildlife Conservation Society-WCS, teniendo en cuenta los criterios de redundancia, resiliencia y representatividad de los paisajes de conservación de la especie, sumada a la presencia mínima del 80 % del paisaje en áreas protegidas o áreas de oportunidad de conservación (PNN & WCS, 2018). En este sentido, el PNN Pisba se convierte en un área protegida clave dentro de la unidad núcleo de conservación “Tamá Cocuy Pisba”, debido al porcentaje y tipo de coberturas que componen ecosistemas de páramo, bosque altoandino y relictos de selva en las cuencas de los ríos Cravo Sur, Cusiana y Pauto, entre otros. De esta forma, si se garantiza la supervivencia del oso en estos espacios, se estaría asegurando también la de muchas otras especies nativas de una región al protegerse áreas grandes y bien conectadas entre sí (Goldstein et al., 2003).

Así mismo, como resultado de la evaluación de la ocupación de oso andino en la región centro norte de la cordillera Oriental (2019) se tiene una alta probabilidad de la presencia de la especie (74,2 %). De igual manera, se identificó que la presencia del oso disminuye cuando hay ganadería extensiva y es mayor cuando hay más hábitat disponible en su entorno inmediato y cuando la especie habita dentro o cerca de las áreas protegidas. También se identificaron y priorizaron diez zonas que pueden contribuir a mejorar la conectividad entre las áreas protegidas y que son fundamentales para el propósito de mantener paisajes continuos que permitan la conservación de las poblaciones de la especie, entre ellas está el corredor Tamá- Cocuy-Pisba y la conectividad con el Parque Natural Regional Siscunsi-Ocetá (Parra et al., 2019) que se realizaría articuladamente con Corpoboyacá.

CONCLUSIONES

Se logró obtener información base sobre la ocupación y distribución del oso Andino al interior del área protegida, en el T0. Se espera que esta estimación sea utilizada para realizar el monitoreo T1 en un tiempo de cuatro años y, si es posible, detectar un cambio de 20 % en la ocupación de la especie, además de conocer, mediante el estudio de este VOC, la efectividad de

las acciones de manejo para la conservación del área protegida.

A pesar de que el Parque Nacional Natural Pisba presenta un alto grado de intervención debido a las principales amenazas identificadas (tala y ganadería), las zonas que aún se conservan pueden representar importante fuente de recursos para la especie.

Es importante resaltar que el monitoreo del oso andino fue un proceso donde se vio reflejado el trabajo del equipo del área que además le ha permitido al Parque ganar gobernabilidad y fortalecer las estrategias de Prevención Control y Vigilancia y la comunicación y educación para la conservación, ya que se visitaron lugares de los cuales no se conocía su condición de conservación. Esto permitió vislumbrar algunas presiones y se logró tener una visibilidad del área protegida en términos de PVC del 100 %.

Agradecimientos

Agradecemos al Parque Nacional Natural Chingaza por el proceso de capacitación sobre la toma de información en campo y análisis de datos. A Robert Márquez por su orientación en

Referencias

- Guio, P., Pinilla, A., Ballesteros, H. & Espíndola, J. (2018). *Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Pisba*. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Goldstein, I., Marquez, R. & Guerrero, V. (s.f.). *Distribución y Uso de Hábitat del Oso Andino en el Piedemonte Amazónico: Exploración al Territorio Cofán*. Wildlife Conservation Society – Programa Oso Andino Andes del Norte.
- Goldstein, A., Bracho, E., Naranjo, L. & Hernández, O. (2003). *Estrategia Ecorregional para la Conservación del Oso Andino en los Andes del Norte*.
- Márquez, R., Bianchi, C., Isasi-Catalá, E. Ruíz- Gutierrez, V. & Goldstein, I. (2017). *Guía para el monitoreo de la Ocupación de Oso Andino*. Andean Bear Conservation Alliance & Wildlife Conservation.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia & Wildlife Conservation Society. (2018). *Estrategia para la*

Las medidas de manejo para mantener o mejorar la ocupación del oso deben estar orientadas a la búsqueda de estrategias (educación ambiental, restauración ecológica, pago por servicios ambientales) que permitan un cambio de actitud de las comunidades con respecto a una convivencia con la especie.

Es necesario que el Parque siga el modelo implementado en cada una de las etapas del programa “Conservamos la vida”, orientado por WCS y PNN, programa donde se incluyen empresas del sector privado y público en procura de alianzas interinstitucionales para la gestión del territorio, tener un diagnóstico juicioso del paisaje del conflicto y generar alternativas económicas para minimizar las presiones no solo sobre el área protegida, sino también en los paisajes de conectividad (complejos de páramos). Esto teniendo en cuenta que Pisba se encuentra dentro de las áreas priorizadas para realizar acciones de conservación.

cada etapa del monitoreo, a los niveles Central y Territorial por la gestión en la participación del Parque en el marco del convenio “Conservemos la vida”.

Conservación del Oso Andino en los Parques Nacionales Naturales de Colombia (2016-2031). Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Parra-Romero, A., Zamudio-López, J. E., Camargo-Cárdenas, J. E., Palacios-Medina, C. R., Torres L. F., Castro, E. H., Espíndola, J., Meneses H., Vera-Villamizar, L. E., Moreno-Gutiérrez, S. A., López-Velandia, O. E., Saénz, F., Rodríguez, M., Franco, N. G., Clavijo-Ríos, C., Rivera-Torres, C. Y., López-Orjuela, H., Pachón & Bejarano G. A., Jiménez-Palomo, G. S. ... WCS. (2019). *Ocupación del oso andino (Tremarctos ornatus) en la región centro-norte de la Cordillera Oriental de Colombia*.

Peyton, B. (1999). *Spectacled bear conservation action plan*. En Servheen, C., Ferrero, S., & Peyton, B., (Comp.), *Bears. Status survey and conservation action plan* (pp. 157-198). International Union Conservation Species.



Foto: Nataly Gómez Sánchez.

Caracterización de la avifauna en los humedales del Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos, La Guajira



Foto: Nataly Gómez Sánchez.

Randy José Añez Gómez

Profesional de investigación y monitoreo, Santuario de Flora y Fauna Los Flamencos. Parques Nacionales Naturales de Colombia. ranezg86@gmail.com

Yeferson Guale Epiayu

Operario, Santuario de Flora y Fauna Los Flamencos. Parques Nacionales Naturales de Colombia. yeferson1994guale@gmail.com

Yerson Yesith Ávila Iguaran

Operario, Santuario de Flora y Fauna Los Flamencos. Parques Nacionales Naturales de Colombia. yersonavila1999@gmail.com

Johana Porras Forero

Profesional Voluntaria Institucional, Santuario de Flora y Fauna Los Flamencos. Parques Nacionales Naturales de Colombia. joporrasfo@gmail.com

Bird Characterization in the Wetlands of Los Flamencos Fauna and Flora Sanctuary, La Guajira

RESUMEN

El Santuario de Flora y Fauna Los Flamencos es un área protegida que cuenta con un sistema de humedales conformados por lagunas costeras, las cuales albergan gran variedad de aves migratorias, residentes, endémicas, casi endémicas, ecosistemas de manglares, un mosaico de vegetación seca y fragmentos de bosque seco tropical secundario. En esta investigación se identificaron las especies de aves asociadas a los distintos tipos de mosaicos de vegetación en diferentes estados sucesionales y en los ecosistemas acuáticos; esto con el objetivo de generar información para la formulación de estrategias de conservación, además de promover el conocimiento e interés sobre las aves a turistas y pobladores (comunidades

Wayuu y Afro-descendientes). Las observaciones se realizaron durante los recorridos de Prevención, Vigilancia y Control, utilizando la metodología modificada por el grupo GEMA del IAVH, registrando, además, las especies de aves, el número de individuos, la cobertura vegetal, sector, gremio trófico, geografía y el estado de conservación. Se registraron 217 especies pertenecientes a 54 familias y 23 órdenes para una diversidad media de $H'=3,151$ sumando todos los sectores del área protegida. Se registraron 161 especies asociadas a arbustales; 97 en humedales; 37 en manglar; 14 en matorral; y cuatro en matorral espinoso. Por último, se presentó el mayor número de especies en el sector 1 (Sector de los Restaurantes)

y en el 3 (Sector de la antigua pista), mientras que los sectores 5 (Laguna Navío Quebrado) y 6 (Laguna Grande) presentaron un menor número de especies. Finalmente, se logró definir una base de la avifauna asociada al Santuario. Cabe resaltar que este proyecto

contará con una segunda fase de campo durante el 2020 en la que se realizarán mayores recorridos por los sectores con mejor número de especies.

Palabras clave: Avifauna, camarones, especies, humedales, temporadas.

ABSTRACT

Flamencos Flora and Fauna Sanctuary is a protected area that has great landscape qualities such as a wetland system made up of coastal lagoons, which are home to countless migratory and resident birds, mangrove ecosystems and a mosaic of dry vegetation and fragments of secondary tropical dry forest. In this research we identified the bird species associated to the different types of mosaic vegetation in different successional states and aquatic ecosystems, this in order to generate information for the formulation of conservation strategies, in addition to promoting knowledge and interest in aquatic, migratory, resident and endemic birds to tourists and residents (Wayuu communities and Afro-descendants). Observations were made during the PVC tours using the methodology modified by the IAVH GEMA group, also registering the species, the number of individuals, the vegetation cover, sector, trophic guild, geography, and state. In total, 217 species of birds belonging to 54 families and 23 orders were recorded, obtaining an average diversity of $H' = 3,151$, adding all the sectors of the protected area. We found 161 species associated to bush cover; 97 in wetlands; 37 in mangrove; 14 in scrub; and four more in thorny scrub. Lastly, the highest number of species was presented in sector 1 and 3, while sector 5 and 6 presented the least number of species. Finally, it was possible to define a good base for the avifauna associated with the Sanctuary despite the difficulties caused by public order during 2019. It should be noted that this project had a second field phase during 2020, aiming to do more tours in the sectors with the highest numbers of species.

Keywords: PBirdlife, shrimp, species, wetlands, seasons

Introducción

El Santuario de Flora y Fauna Los Flamencos (SFF Los Flamencos) es un área protegida (AP) creada mediante la Resolución No. 169 del 6 de junio de 1977, expedida por el INDERENA. Cuenta con un área de 7687 ha y es una de las AP del Sistema de Parques Nacionales que hacen parte de la Dirección Territorial Caribe. Declarado Patrimonio Natural y Cultural de todos los colombianos mediante la Resolución No. 002 del 12 de noviembre de 1992 del Ministerio de Cultura, este Santuario es un sitio con grandes cualidades paisajísticas. El área protegida cuenta con un sistema de humedales conformados por lagunas costeras las cuales albergan un sin número de aves entre ellas el flamenco rosado (*Phoenicopterus ruber*), el cual es un Valor Objeto de Conservación (VOC) de filtro fino; también alberga ecosistemas de manglares; e, igualmente, mosaicos de vegetación seca y bosque secundario (Martínez et al., 2015).

Debido a las particularidades que presentan sus ecosistemas y a su ubicación geográfica, el SFF Los Flamencos es un área de gran importancia para las aves (residentes y migratorias) en la región, ya que presenta una amplia oferta de recursos alimenticios, sitios de anidación, descanso y refugio para un gran número de especies. Un ejemplo de esto es el interés que despierta el AP en el turismo de avifauna, puesto que se constituye como un área de importancia para la conservación de aves AICA dentro del complejo de humedales

costeros de la Guajira (BirdLife International, 2020), además de ser uno de los principales lugares de alimentación y descanso del flamenco rosado en Colombia. Para el AP, los estudios realizados de la avifauna presente en los humedales del santuario corresponden a investigaciones ocasionales (Andrade & Morales, 1984; Mayorga, 1987; Téllez, 1987; Cuello, 1988; Infante, 1989; CORPOGUAJIRA, 1992; Castaño, 2001; Pantaleón & Rodríguez, 2003; CORPOGUAJIRA & FHGD, 2015), lo que evidencia la falta de investigaciones recientes. Como efecto de ello, se hace necesario realizar una caracterización ecológica de este grupo que permita la generación de herramientas para el manejo del área protegida y del aviturismo creciente que es, además, una alternativa económica para la población indígena y afro descendiente presente en el AP.

Este proyecto, contemplado dentro de las necesidades del AP y dentro del portafolio de proyectos de investigación (2014-2019), pretende solventar los vacíos de información en uno de los perfiles de investigación priorizado por el área que corresponde a la caracterización ecológica de la avifauna residente y migratoria del SFF Los Flamencos. Dentro de este proyecto de investigación se pretenden responder las siguientes preguntas: 1) ¿cuál es la diversidad estacional de aves y su variación en el SFF Los Flamencos?; y 2) ¿cómo se distribuye la comunidad de aves en el SFF Los Flamencos?

Métodos

Área de estudio

Este estudio se realizó en la región Caribe de Colombia, en el Departamento de la Guajira en el corregimiento de San Lorenzo de Camarones, dentro del área protegida del Santuario de Fauna y Flora los Flamencos. Geográficamente, este se encuentra enmarcado dentro de las coordenadas planas, con

origen Bogotá 1°109.396, 1°107.239 N y 1°757.639, 1°746.557 W respectivamente (Jiménez, 2006) y cuenta con una superficie de 7000 ha. El estudio se llevó a cabo entre los meses febrero a noviembre del 2019, durante las actividades de recorridos de Prevención, Vigilancia y Control en los seis sectores siguientes del AP (Tabla 1; Figura 1).

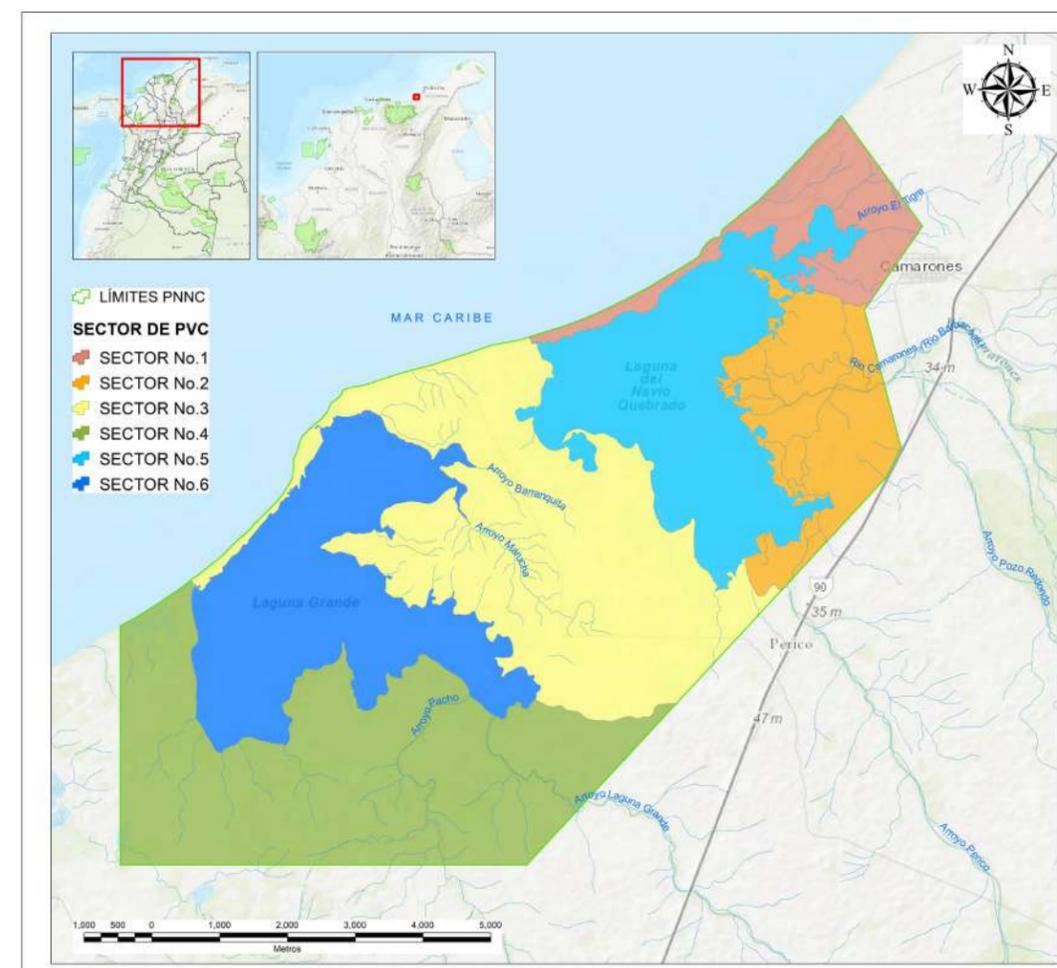
Tabla 1

Sectores asociados a recorridos de PVC en Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos, La Guajira

SECTORES	DESCRIPCIÓN
Sector 1 (S1)	Comprende desde la ubicación de la cabaña operativa Guanebucanes hasta la II torre de avistamiento de aves; también incluye la zona de los restaurantes y el resguardo indígena Perratpu. Este sector posee un tipo de vegetación predominante de manglar de las especies <i>Avicennia germinans</i> , y <i>Conocarpus erectus</i> ; matorral bajo con especies abundantes de <i>Croton punctatus</i> ; matorral semidesértico en su mayoría de <i>Castela erecta</i> ; y por último arbustales de <i>Croton punctatus</i> , y <i>Libidibia coriaria</i> (Gutiérrez et al., 2017).
Sector 2 (S2)	Cubre parte de los cementerios antiguos y el pantano de Sequi (Zona inundable del río Camarones) hasta limitar con la laguna Navío Quebrado. Posee un ecosistema predominante de matorrales de plantas Halófitas con especies dominantes de <i>Heterostachys ritteriana</i> , <i>Batis maritima</i> , y manglares (Gutiérrez et al., 2017).
Sector 3 (S3)	Se ubica entre las estribaciones del caserío de Perico, la cabaña operativa La Pitilla, La Pista hasta los límites con Laguna Grande (Cari Cari). En esta zona predomina una cobertura vegetal de matorral bajo, matorral semidesértico, manglares y bosque seco en su mayoría de las especies <i>Machaerium arboreum</i> , y <i>Lonchocarpus sanctae marthae</i> , (Gutiérrez et al., 2017).
Sector 4 (S4)	Cubre la mayor parte de los predios privados dentro del AP. Inicia en la zona de los predios Beto Durán (La Enea) hasta llegar a las lagunas de Manzanillo. Esta zona posee especies tales como <i>Aspidosperma polyneuron</i> , y <i>Bulnesia arborea</i> (Gutiérrez et al., 2017).
Sector 5 (S5)	Comprende la laguna Navío Quebrado y se caracteriza por ser un ecosistema de humedal donde se realizan intercambios de sales, sedimentos y materia orgánica entre cuerpos de aguas. Es quizá una de las zonas más importantes para la diversidad del AP, ya que posee zonas cubiertas por manglares y allí se pueden encontrar ostras <i>Crassostrea columbiensis</i> , camarones del género <i>Macrobrachium</i> y algunos peces visitantes dulceaçuólicas como <i>Mugil incilis</i> (Negri et al, 2001).
Sector 6 (S6)	Es todo el humedal de Laguna Grande, cubierto con bosques de mangle, conformado de agua dulce y salada donde se hacen intercambios entre el medio lacustre y marino. En este viven especies de fitoplancton, peces y crustáceos como la <i>Artemia salina</i> , entre otras (Negri et al, 2001).

Figura 1

Área de estudio correspondiente a los diferentes sectores del SFF Los Flamencos



Diseño de muestreo

La metodología consistió en los métodos modificados de toma de datos del manual de métodos de campos del grupo GEMA del IAvH. Para el registro de las aves terrestres y acuáticas se usó el método de Ralph et al. (1996). Por su cuenta, se utilizó para la identificación taxonómica a Hilty & Brown (2009), Ayerbe-Quiñones (2019) y Canevari et al. (2001).

En cuanto al diseño de los recorridos de observación, se realizaron series de observaciones visuales y auditivas entre las 06:00 y 11:30 dentro del transecto establecido, esto con el fin de realizar una identificación precisa de los individuos registrados. Además se tomaron datos de coordenadas, hora de inicio, tipo de cobertura y hora final. Los recorridos se realizaron con una

periodicidad de cuatro muestreos mínimo por semana, incluyendo los transectos realizados en los eventos de observación de aves a nivel mundial o nacional y a lo largo de los monitoreos mensuales de flamencos. En cuanto a los equipos, se utilizaron binoculares H2O, 10 x 42 mm – Tecno y un telescopio Nikon Prostaff 3 (16-48 x 60 mm).

Para la determinación del tamaño poblacional de especies se realizó un diseño de conteo por puntos en los que el observador registraba, desde un punto fijo y durante un tiempo en promedio de 10 a 20 minutos, todas las aves observadas. Por último, se tuvieron en cuenta las observaciones oportunistas, es decir, aquellas especies que fueron observadas por fuera del área de los transectos o en los límites del AP.

Análisis de datos

Para el análisis de los datos, se utilizaron los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y de dominancia de Simpson (D) con el fin de conocer la diversidad del área. Se estimaron los valores de Riqueza (S) y Abundancia (N) por taxón en cada punto de muestreo (cada sector). Se utilizaron los programas Excel, PAST v.2.0, y EstimateS 9.1.0. Se determinó el estado de

Resultados y discusión

Para el SFF Los Flamencos se registraron un total de 217 especies pertenecientes a 54 familias y 23 órdenes dentro de las cuales se incluyen 56 migratorias boreales, una migratoria austral (*Tyrannus savana*), 156 residentes, tres especies casi endémicas (*Phoenicopterus ruber*, *Cardinalis phoeniceus*, *Arremonops tocuyensis*), con registros esporádicos y *Passer domesticus* como especie introducida, para un total de 36026 individuos registrados, un esfuerzo de muestreo de 176 transectos y 528 horas de observación en total. En cuanto a las coberturas vegetales, se observaron 162 especies en coberturas arbustales; 97 en humedales; 38 en manglar; 21 entre los matorrales; y algunas especies presentes en todas las coberturas. En cuanto al estado de conservación, 209 especies se encuentran en la categoría de preocupación menor (LC); las especies *Arremonops tocuyensis* y *Contopus cooperi* casi amenazadas (NT); *Cardinalis phoeniceus* y *Icterus icterus* en estado vulnerable (VU); y *Phoenicopterus ruber* en peligro (EN) (Anexo 1).

Dentro de los resultados se evidenció que los humedales son el hábitat que mayor número de individuos de aves acuáticas presenta. En este se destacan los flamencos rosados (*Phoenicopterus ruber*) con 10111 y el pato buzo (*Phalacrocorax brasilianus*) con 3336, dado que estos humedales representan una zona de refugio, alimentación y descanso para un sin número de especies. Los resultados también muestran que el arbustal alberga el mayor número total de especies. Por otro lado, se evidenció que el mayor número de especies corresponde a las del S1 con respecto al S5, el cual presenta menor riqueza. Esto podría deberse a que las especies pequeñas y de

conservación de las especies usando los listados de categoría de amenaza de CITES y los listados nacionales de los libros rojos de la avifauna colombiana, esto con el fin de actualizar los listados de aves del santuario. Por último, se emplearon métodos numéricos a través de Excel, métodos no paramétricos como Chao 1 y Bootstrap, entre otros; y gráficos para resumir y presentar la información obtenida.

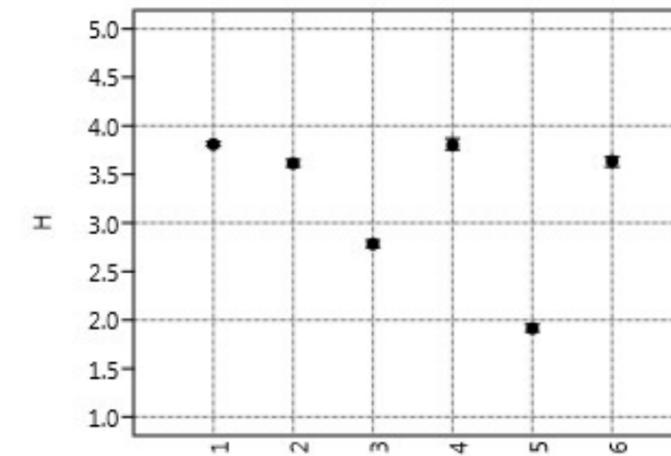
hábitos conspicuos, prefieren coberturas y zonas secas para alimentarse. La abundancia fue mayor en el S3 con respecto al S6 el cual presentó un menor número de individuos y especies debido principalmente por la oferta de alimento y refugio entre ambas zonas. La especie con mayor número de individuos registrados por sectores correspondió a *Phoenicopterus ruber*, con 10231 individuos. De acuerdo con los valores obtenidos por el Índice de Diversidad de Shannon y Wiener, se logró clarificar que la estación menos diversa fue el S5 debido a que entre dos especies (*Phalacrocorax brasilianus* - *Phoenicopterus ruber*) suman el 71,8 % del número total de individuos registrados en la estación, mientras que el S4 y S1 fue el más diverso dado a su abundancia y riqueza (Figura 2).

Por último, se logró, por medio del estimador Cole Rarefaction, identificar que las 217 especies vistas durante los meses de muestreo representan el 100 % de las especies esperadas dado que la curva presentó una tendencia hacia la asíntota (Figura 3), por lo que se cree que este número de especies representa un número aceptable (González-Oreja et al., 2010). Mientras que para el estimador Chao 1, representa un 79,9 % con 277 especies esperadas, para el estimador Chao 2 se repite al igual que Chao 1, y por último el estimador Bootstrap, con un 89,6 % y 241 especies esperadas, por lo que se evidencia la falta de información y la necesidad de mayores esfuerzos de muestreo en algunos sectores del AP.

La eficacia del muestreo fue del 19 %, mayor en comparación con el estudio de Morales Roza en el 2006 y del 47 % con respecto al estudio de aves de CORPOGUAJIRA y FHGD (2015); es importante

Figura 2

Índice de diversidad de Shannon para cada una de los sectores del Santuario de Fauna y Flora los Flamencos



mencionar que para este estudio no se logró tener un esfuerzo de muestreo mayor en algunos sectores (S3, S4, S6), esto en razón de los problemas de orden público que no permitían realizar recorridos de observación durante el 2019 y que afectaron la representatividad del muestreo dentro del AP, mientras que la eficiencia del muestreo para los distintos estimadores correspondió a Chao 1 = 82,01%, Chao 2 = 77,94% 8, Bootstrap = 89,60% y Cole = 100%.

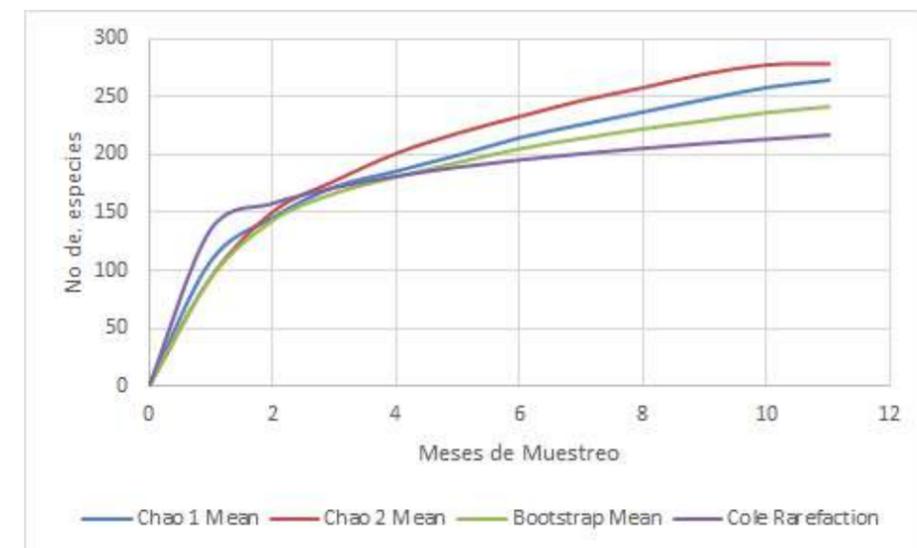
A pesar de tener mayor número de especies que el S6, el S5 correspondió al de menor diversidad en el muestreo. Esto pudo deberse a que el índice de

diversidad de Shannon y Wiener tiene en cuenta la riqueza (número de especies) y abundancia (número de individuos), y en el S5 las especies (*Phalacrocorax brasilianus* - *Phoenicopterus ruber*) sumaron el 71,8 % del número total de individuos y, al tomar en cuenta el algoritmo de este índice, esto da como resultado la baja diversidad. En tanto, los sectores 1, 2, 4 y 6, presentaron los mejores valores de diversidad (Figura 3).

Por último, de acuerdo con el índice de similitud-disimilitud de Bray-Curtis, que muestra la similaridad entre los sectores basados en el número total de especies, se presentan dos

Figura 3

Curva de acumulación de especies generada a partir de 4 estimadores donde se muestra el número de especies esperadas a partir del número de muestreo

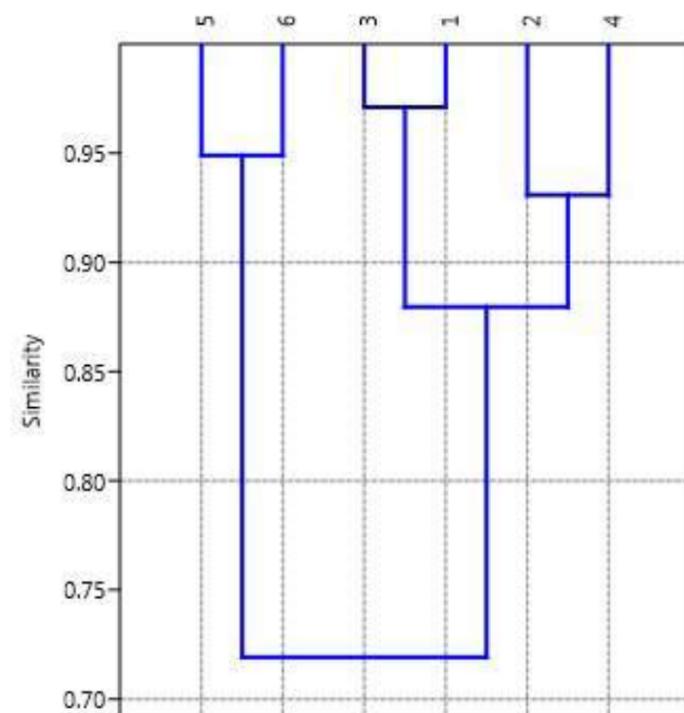


grupos. El primer grupo está conformado por el S5 y S6 en razón de que ambos grupos poseen el menor número de especies (S5 = 72 - S6 = 65); además, estos sectores son los dos humedales costeros del AP y comparten características similares (salinidad, alimento, refugio etc.).

Por otro lado, ambos sectores presentan una similitud en el número de familias (S5 = 28 - S6 = 27) en comparación con los demás sectores, lo que traduce que este hábitat es el priorizado por las aves acuáticas (Figura 4).

Figura 4

Análisis de conglomerados de similitud-disimilitud de (Bray-Curtis), que muestra la similaridad entre los sectores basados en número total de especies



Conclusiones

Con los resultados obtenidos a través de este estudio podemos resaltar la importancia del Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos como punto importante para la conservación de las aves acuáticas y de bosque seco, ya que dentro de este, se encuentran las diferentes coberturas vegetales (arbustal, matorral bajo, matorral espinoso, matorral bajo) donde se evidenciaron especies casi endémicas o con algún grado de amenaza como *Leucippus fallax*, *Arremonops tocuensis*, *Cardinalis*

phoeniceus e *Icterus icterus*. Además de que el área protegida a través de sus humedales brinda refugio y alimento para especies amenazadas como el flamenco rosado (*Phoenicopterus ruber*) actualmente "En peligro" (Bustos & Pérez, 2003; Franke et al., 2013; Rengifo et al., 2016). Por ello, es necesario voltear la mirada hacia la conservación y el uso sostenible de la cuenca Tomarrazon – Camarones que surte de agua dulce a Navío Quebrado y ofrece hábitats perfectos para muchas especies (Pantaleón & Rodríguez, 2003). Mientras que el bosque

seco, a través de este estudio, evidencia la importancia de este mismo para las especies de aves por las diferentes coberturas que brindan sitio de descanso y de recarga energética para estas especies en su viaje de migración. Además de ser considerado como un ecosistema de transición dentro de un gradiente, se convierte así en un punto clave para el endemismo de especies (Gómez y Robinson, 2014). (Díaz Bohórquez, Bayly, Botero & Gómez, 2014; Vergara, 2009). A pesar de que S5 y el S6 presentaron resultados similares, existe una gran diferencia entre ambos tales como su profundidad, salinidad y extensión, además de haber menos actividades antrópicas que afectan el desarrollo y comportamiento de algunas especies. Sin embargo, y a pesar de todas las diferencias, se ve reflejado el estrecho lazo que ambas lagunas tienen en tanto zonas de importancia para la conservación de las aves endémicas y/o migratorias. Si bien la diversidad de todos los sectores juntos giró en torno a una media de $H' = 3,151$, es necesario mencionar que el esfuerzo de muestreo en algunos sectores (S1, S2, S5) fue mayor que en otros (S3, S4, S6) debido a problemas de desplazamiento e ingreso a estas zonas, situación que pudo generar sesgos al momento de análisis por sector y que exige realizar un mayor esfuerzo

Agradecimientos

El presente estudio se logró gracias al esfuerzo y empeño del equipo de campo del área protegida: Jhon Jesús Meza Amaya, Oscar Enrique Ceballos Rojas, Keiner Francisco Redondo Pana, Rubén Darío Pushaina Pushaina, Ilder Segundo Gómez Sierra, Raúl Pacheco Frayle, Johana Porras Forero y en

de muestreo priorizando los ya mencionados. Del mismo modo, se evidencia el potencial que presenta el S1, S2 y S3 como rutas ecoturísticas de observación de aves debido a que dentro de estos se encontraron en promedio 168 especies de aves.

Finalmente, el número de especies registradas en este estudio muestra gran parte de la riqueza que tiene el santuario para realizar prácticas de aviturismo orientadas al turismo sostenible. Sin embargo, es importante recalcar en que es necesario hacerlo a través de la educación ambiental y la capacitación de las comunidades afro e indígenas Wayuu que habitan dentro del AP. Adicionalmente, es importante impulsar acciones de mejoramiento, ya que estas comunidades hacen uso de los recursos naturales presionando y alterando los distintos hábitats. Esto proporciona razones de peso para impulsar este estudio en los espacios de relacionamiento con las comunidades y dentro del desarrollo del instrumento de planificación. En ambos, debe considerarse como un eje fundamental dirigido a la conservación de las aves y sus hábitats en el santuario, además de ser una alternativa económica para muchas familias que dependen del AP.

especial a los compañeros Jefferson Guale Epiayu y Yerson Ávila Iguarán. Gracias a todos por esas "pajareadas" en las que resalta el amor propio por el área y el territorio. Por último, se extiende este agradecimiento al jefe Héctor Fabio Gómez Botero: por su experiencia y sabiduría, por recordarnos la importancia de ser metódico y afable.

Referencias

- Andrade, G. & J. Morales. (1984). *Diagnóstico preliminar de la probabilidad de conservación del flamenco *Phoenicopterus ruber* en La Guajira*, Colombia. INDERENA-UNIFEM.
- Ayerbe-Quiñones, F. (2019). *Guía ilustrada de la avifauna colombiana*. Wildlife Conservation Society – Colombia.
- BirdLife International. (2020). *Important Bird Areas factsheet: Complejo de Humedales Costeros de la Guajira*. <http://www.birdlife.org> on 13/04/2020.
- Bustos, M, D. & Pérez, F, D. (2003). *Ecología trófica y algunos aspectos biológicos de las especies pertenecientes a las familias Mugilidae y Centropomidae en la laguna de Navío Quebrado, la Guajira, Caribe Colombiano*. http://unicornio.utadeo.edu.co/tesis/biologia_marina/T660.pdf.
- Canevari, P., G. Castro, M. Sallaberry & L. G. Naranjo. (2001). *American Bird Conservancy, WWF-US, Humedales para las Américas*. Manomet Conservation Science y Asociación Calidris.
- Castaño V., G. (2001). Evaluación de la avifauna asociada a humedales costeros de La Guajira con fines de conservación. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente* (16), 5-33.
- Corpogujaira. (1992). *Estudio de lagunas costeras en el departamento de la Guajira*. Corpogujaira.
- Corpogujaira y FHGD. (2015). *Monitoreo de aves migratorias, residentes y amenazadas con énfasis en el flamenco rosado, mediante acciones participativas con la comunidad en diez humedales costeros de la Guajira*. Corpogujaira y FHGD.
- Cuello, G. (1988). *Diagnóstico rural rápido del Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos*. Convenio Sena - Ministerio del Medio Ambiente.
- Díaz-Bohórquez, A., Bayly, N. J., Botero, J. E., & Gómez, C. (2014). *Aves migratorias en agroecosistemas del norte de Latinoamérica, con énfasis en Colombia*. *Ornitología Colombiana*, 14, 3-27.
- Franke R., Rosado A. y Diavanera A. (2013). *Programa de conservación del flamenco en el Santuario de Flora y Fauna los Flamencos, departamento de la Guajira, costa caribe Colombiana. Proyecto fortalecimiento de capacidades técnicas para los funcionarios del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia – FOCA Colombia-Finlandia*.
- González-Oreja, J. A., De la Fuente-Díaz-Ordaz, A. A., Hernández-Santín, L., Buzo-Franco, D. & Bonache-Regidor, C. (2010). Evaluación de estimadores No paramétricos Delaware la riqueza de especies. Un ejemplo con Aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Biodiversidad y conservación animal*, 33 (1), 31-45.
- Gutiérrez, F., Sánchez, N & Pardo, M. (2017). *Evaluación de la integridad ecológica del Santuario de Flora y Fauna los Flamencos 2017*. Contrato De Consultoría N° Kfw-Ccon-005 De 2017. Informe Final.
- Hilty, S. L. & Brown, W. J. (2001). *Guía de Aves de Colombia*. Imprelibros S.A.
- Infante, J. (1989). *Diagnóstico pesquero, Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos*. INDERENA.
- Jiménez, N. (2006). *Estudios para realizar la caracterización, delimitación y socialización de la zona de amortiguación del Santuario de Flora y Fauna los flamencos, ubicado en el corregimiento de camarones municipio de Riohacha-Departamento de la Guajira*. CORPOGUAJIRA.
- Martínez, Viloría, H., Argüelles Figueroa, D., Castillo Velásquez, Y., Ceballos Rojas, O., Gómez Sierra, I., Martínez Whisgman, L., Melo Valencia, A., Meza Amaya, J., Pushaina Pushaina, R., Rodríguez Torres, D., Rojas Epiayu, M. & Rosado Gómez, A. (2015). *Plan de Manejo Básico*. Dirección Territorial Caribe, Parques Nacionales Naturales de Colombia y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press.
- Mayorga, J. E. (1987). *Diagnóstico sobre la explotación del camarón en la ciénaga del Navío Quebrado del Santuario Los Flamencos*. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Morales- Rozo, A. (2006). *Monitoreo de aves migratorias y residentes en siete humedales de la Guajira*. Corpogujaira-Conservación Internacional Colombia Convenio 0198-05.
- Negri, S., Mancuso, A., Dessi, A., Prasca, J., Diaz, J., Villa, A., Duque, J., Vargas, Y., Moreno, P., Zarza, E., Lopera, G. J. & Perez, J. A. (2001). *La laguna Navío Quebrado, el ambiente y su gente*. Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano.
- Pantaleón, A. Rodríguez, D. (2003). *Aspectos ecológicos del flamenco caribeño (*Phoenicopterus ruber ruber*) en las lagunas de Navío Quebrado (Santuario de Flora y Fauna los flamencos) y Musichi, departamento de la Guajira* [Tesis de grado sin publicar]. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Ralph, C. J., Geupel, Geoffrey R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F. & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Renjifo, L. M., Amaya-Villarreal, A. M., Burbano-Girón, J., & Velásquez-Tibatá, J. (2016). *Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.
- Téllez, V. (1987). *Informe técnico preliminar Laguna Navío Quebrado*. INDERENA.
- Vergara, J. (2009). *Avifauna presente en sistemas silvopastoriles con diferentes arreglos vegetales en Corpoica centro de investigación Turipaná, Córdoba – Colombia* [Tesis de pregrado sin publicar]. Universidad de Córdoba.
- Zar, J. (1974). *Análisis de Bioestadística*. Prentice Hall.



Foto: PNN Old Providence McBean Lagoon

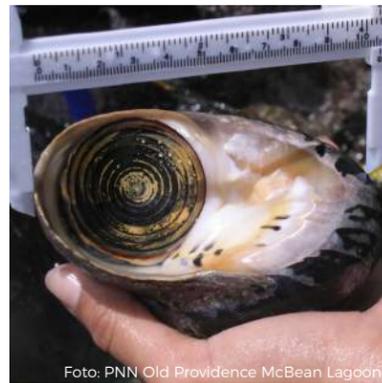


Foto: PNN Old Providence McBean Lagoon

Abundancia y estructura poblacional del Caracol Burgao-Whelks (*Cittarium pica*) en las Islas de Providencia y Santa Catalina, Caribe

Marcela Cano

Jefe de área protegida. Parque Nacional Natural Old Providence McBean Lagoon. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
marcela.cano@parquesnacionales.gov.co

Nataly Taylor

Profesional contratista. Parque Nacional Natural Old Providence McBean Lagoon. Parques Nacionales Naturales de Colombia
taylornataly@gmail.com

Sheily Orozco

Universidad Nacional de Colombia sede Caribe. San Andrés Isla
sheilyarchbold@gmail.com

Jairo Humberto Medina Calderón

Docente. Universidad Nacional de Colombia sede Caribe. San Andrés Isla
jhmedinac@unal.edu.co

Abundance and Population structure of Burgao-Whelks (*Cittarium pica*) in the Providencia and Santa Catalina Islands, Colombian Caribbean

Yanelis Cantillo

Estudiante. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Colombia
ycantillovi@unal.edu.co

Trisha Forbes Pacheco

Coordinadora General Proyecto. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina
triforpa@gmail.com

RESUMEN

El presente artículo presenta los resultados de la investigación sobre la abundancia y estructura de la población del *Cittarium pica* en las Islas de Providencia y Santa Catalina, donde se realizaron muestreos mensuales, desde julio de 2018 hasta agosto de 2019, en cuatro sitios del litoral rocoso alrededor de las islas. En cada uno de los muestreos se colectaron todos los individuos encontrados en un transecto de 100 m por 2 m para determinar la abundancia (número de individuos) y su densidad poblacional. A cada uno de los individuos colectados se les midió el diámetro de la concha en milímetros para los análisis de estructura poblacional. Los resultados permitieron estimar una talla promedio

de $27,2 \pm 22,9$ mm; el 79 % fueron individuos de talla pequeña (< 41,3 mm); el 14,1 % individuos medianos (entre 41,3 mm y 73,3 mm); y solo el 7,2% corresponden a individuos de tallas grandes (> 73,3 mm). Además, se obtuvo una

densidad total de $0,352 \pm 0,239$ Ind*m⁻², que se encuentra por debajo de la densidad reportada en otras investigaciones en el área.

Palabras clave: *Cittarium pica*, Wheelks, estructura poblacional, Isla de Providencia

ABSTRACT

This paper presents the results of the research on the abundance and population structure of the *Cittarium pica* in the Providencia and Santa Catalina Islands, where monthly samplings were carried out, from July 2018 to August 2019, in four sites located on the rocky shoreline of the islands. In each one of the samplings, all the individuals found in a transect of 100 m by 2 m were collected to determine the abundance (number of individuals) and determine their population density. The diameter of the shell in mm was measured for each one of the collected individuals for the analyzes of the population structure. The results allowed estimating an average height of $27,2 \pm 22,9$ mm; 79 % were small individuals (<41.3 mm); 14.1 % medium individuals (between 41,3 mm and 73,3 mm); and only 7,2 % corresponded to individuals of size large (> 73,3 mm). In addition, a total density of $0,352 \pm 0,239$ Ind*m⁻² was obtained, which is below the density reported in other research in the area.

Keywords: *Cittarium pica*, Wheelks, poblational structure, Old Providence Island

Introducción

El caracol *Cittarium pica*, conocido como Wheelks en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, es una especie catalogada como vulnerable en Colombia, (Ardila et al., 2002). Importantes esfuerzos se han venido desarrollando en el país para la conservación y recuperación de esta especie, entre ellos, la protección de sus hábitats naturales, con la declaración y manejo de áreas protegidas, el ordenamiento de la zona costera y la generación de conocimiento de sus poblaciones, esta especie ha sido reconocida como uno de los Valores Objeto de Conservación del Parque Nacional Natural Old Providence McBean Lagoon (Cano et al., 2018) y una especie clave para la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina – Coralina (García et al., 2003).

Este gasterópodo, característico de la zona intermareal de los litorales rocosos del Gran Caribe, es el segundo molusco más consumido después del caracol pala (*Strombus gigas*) (Osorno & Díaz, 2006). En algunos sitios del Caribe como Islas Caimán, Islas Vírgenes y Venezuela se considera que está sobreexplotado (Bell, 1992; Robertson, 2003). En otros sitios del Caribe como Costa Rica y la costa Caribe colombiana ha sido reportada una drástica disminución de sus poblaciones y una fuerte presión pesquera (Schmidt et al., 2002; Osorno & Díaz, 2006; Correa et al., 2012; Mora et al., 2017; Daza et al., 2018).

En el Caribe colombiano *C. pica* ha sido reportado desde el Urabá chocoano hasta la península de La Guajira y en las islas de San Andrés y Providencia (Osorno y Díaz 2005; 2006). En el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina la extracción del recurso es capturado por pescadores artesanales (Murcia 2008; Mancera et al., 2014; Suarez et al., 2019). Su carne es aprovechada como alimento y su concha es utilizada a menudo en la elaboración de artesanías como aretes y collares (Daza et al., 2018; Suarez et al., 2019). Su pesca ha sido una actividad sociocultural y económica importante que ha contribuido a la seguridad alimentaria de las comunidades que la aprovechan (Murcia 2008; Mancera et al., 2014; Suarez et al., 2019).

En el año 2017, se firmó un Convenio Interadministrativo entre Coralina, la Universidad Nacional de Colombia - Sede Caribe y Parques Nacionales Naturales de Colombia para la implementación de un estudio de Moluscos potencialmente promisorios en el sentido de generar estudios de ciencia, tecnología e innovación de maricultura experimental de los Whelks (*Cittarium pica*), en tanto especie potencialmente promisoría en el departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. En marco de este Convenio, se adelantó la presente investigación para determinar la abundancia y estructura poblacional de *C. pica* en las islas de Providencia y Santa Catalina. Lo anterior permitirá hacer recomendaciones de manejo de esta especie para las islas.

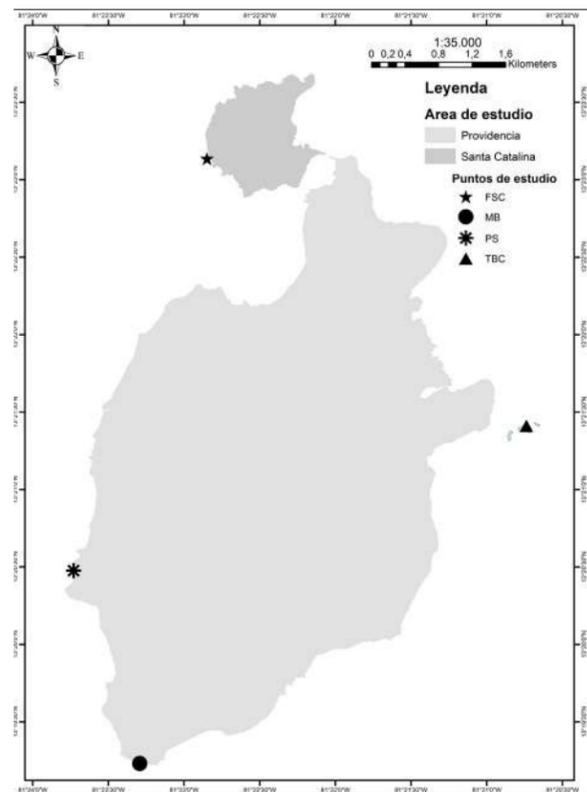
Métodos

Área de estudio

Las islas de Providencia y Santa Catalina hacen parte del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, el cual fue declarado por la UNESCO como Reserva de Biosfera Seaflower. Además, su plataforma marina hace parte del Distrito Nacional de Manejo Integrado (DNMI) Seaflower. Estas islas se encuentran ubicadas entre los 13°23'50" N y 81°21'08" O (García, et al., 2003). Si bien el área total de las islas suma 18 km², la isla de Providencia tiene un área de 17

Figura 1

Sitios de muestreo de *Cittarium pica* en las islas de Providencia y Santa Catalina. Three Brothers Cay – PNN Old Providence McBean Lagoon (TBC), Manchineel Bay (MB), Pash Bay (PB) y el Fuerte de Santa Catalina (FSC)



km² y la de Santa Catalina 1 km² (Gobernación de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 2020). Estas dos islas hacen parte de un volcán andesítico extinto, cuyo eje atraviesa el interior

de las dos islas (Gamboa y Posada, 2012) y predominan las colinas y montañas sobre las terrazas coralinas y playas (Martínez et al., 2009; Gamboa y Posada, 2012). En las costas se observan laderas con pendientes alta conformados por depósitos coloniales, piroclásticos o volcániclos y al sur se observa la terraza coralina del Sangamoniano (Gamboa y Posada, 2012). Las aguas superficiales son cálidas y oscilan entre los 26,8°C y 30,2°C. La salinidad es la normal en ambientes oceánicos, con variaciones reducidas que van desde los 34 a los 36,3 unidades prácticas de salinidad y el contenido de oxígeno está entre 3,8 y 5,8 ppm (Garay et al., 1988). Las mareas son mixtas (mezcla de diurnas y semidiurnas), con una amplitud máxima de 40-60 cm (García et al., 2003). El promedio anual de precipitación es de 1635 mm distribuidos en dos temporadas. La temporada seca tiene lugar desde enero hasta el mes de abril. La temporada lluviosa comprende el período de mayo a diciembre (Gamboa y Posada, 2012). La temperatura ambiente presenta un promedio anual de 30 °C (Gamboa & Posada, 2012).

Muestreo

Entre julio de 2018 y agosto de 2019, en el litoral rocoso de las islas de Providencia y Santa Catalina (Figura 1) se ubicó una estación de muestreo en cuatro sitios: 1) Three Brothers Cay – PNN Old Providence McBean Lagoon (TBC), ubicada a los 13°35'65,2" N y los 81°34'66,5" O; 2) Manchineel Bay (MB), ubicada a los 13°32'37,8" N y 81°37'75,9" O; 3) Pash Bay (PB) ubicada a los 13°32'31,2" N y 81°38'30,2" O, y 4) el Fuerte de Santa Catalina (FSC), ubicado a los 13°38'26,0" N y 81°37'69,2" O. Estos sitios tenían las siguientes características: 1) presentar un litoral rocoso amplio; 2) un acceso seguro (pendiente del sustrato, impacto del oleaje); 3) indicadores de la presencia de la especie, como cobertura de macroalgas (importantes para la alimentación), y 4) sustrato rocoso consolidado (Randall, 1964; Osorno & Díaz, 2005).

La metodología utilizada fue adaptada de la propuesta de Osorno & Díaz (2006) y consistió en hacer un recorrido en la franja

infra-mesolitoral del litoral rocoso hasta encontrar el primer ejemplar de *C. pica*. Desde este punto (punto inicial del transecto), y paralelo a la línea de costa bordeando el litoral, se hacía un transecto de 50 m. A partir del punto inicial del transecto se revisó la presencia de ejemplares de *C. pica*, un metro por encima del transecto y un metro por debajo del transecto, de manera que se obtiene información de un transecto de 50 m de largo por 2 m de ancho. Se contó el número de individuos vivos de *C. pica* presentes y se determinó su abundancia en número de individuos y la densidad en Ind*m⁻². A cada

Tabla 1

Abundancias y densidades de *C. pica* en cuatro sitios de muestreo de las islas de Providencia y Santa Catalina. Three Brothers Cay – PNN Old Providence McBean Lagoon (TBC), Manchineel Bay (MB), Pash Bay (PB) y el Fuerte de Santa Catalina (FSC) Entre julio de 2018 y agosto de 2019

ESTACIÓN	PROMEDIO ABUNDANCIA (IND. 400M ²)	PROMEDIO DENSIDAD (IND. M ⁻²)
FSC	54 ± 74,5	0,54 ± 0,7
MB	42, ± 26,7	0,42 ± 0,2
PB	34,7 ± 27,8	0,35 ± 0,2
TBC	9,8 ± 9,9	0,098 ± 0,1
TOTAL	140,9 ± 95,7	0,35 ± 0,2

Resultados y discusión

Abundancia y densidad

Durante el estudio un total de 1832 individuos de *C. pica* fueron muestreados en los cuatro sitios, con una densidad promedio de 0,3 ± 0,2 Ind*m⁻² como se describe en la Tabla 1. La mayor densidad fue encontrada en FSC, con un promedio de 0,5 ± 0,7 Ind*m⁻², seguido de MB, con un promedio de 0,4 ± 0,2 Ind*m⁻²; y PB y TBC presentaron densidades entre los 0,3 ± 0,2 Ind*m⁻² y 0,098 ± 0,1 Ind*m⁻² respectivamente. La densidad poblacional fue significativamente diferente entre los cuatro sitios de monitoreo (p < 0,05).

individuo se le tomó la medida del diámetro de la concha en milímetros con un calibrador Vernier (0,01 mm) que corresponde al diámetro más largo de la base de la concha pasando por la mitad del Ombligo (ombilicus) hasta la parte más extrema del labio (Debrot, 1990).

Los datos de longitud de la concha fueron agrupados por fecha de muestreo y sitio de monitoreo. Se calculó el promedio, la desviación estándar (DS), la mediana y los cuartiles. Se determinó la frecuencia de individuos por rango de tallas, considerándose una marca de clase de 5,5 mm por intervalo. Las tallas se agruparon de acuerdo con la metodología propuesta por (Castell, 1987; Debrot, 1990; Robertson, 2003; Osorno y Díaz, 2006) como se describe a continuación: 1) tallas pequeñas: < 41,3 mm; 2) tallas medianas: entre 41,3 mm y 73,3 mm, y 3) tallas grandes: > 73,3 mm. Las densidades estimadas fueron categorizadas de acuerdo a Osorno y Díaz (2005) de la siguiente manera: 1) escasa densidad (< 0,13 Ind*m⁻²); 2) densidad intermedia (entre 0,13 y 10 Ind*m⁻²), y 3) abundante (>10 Ind*m⁻²).

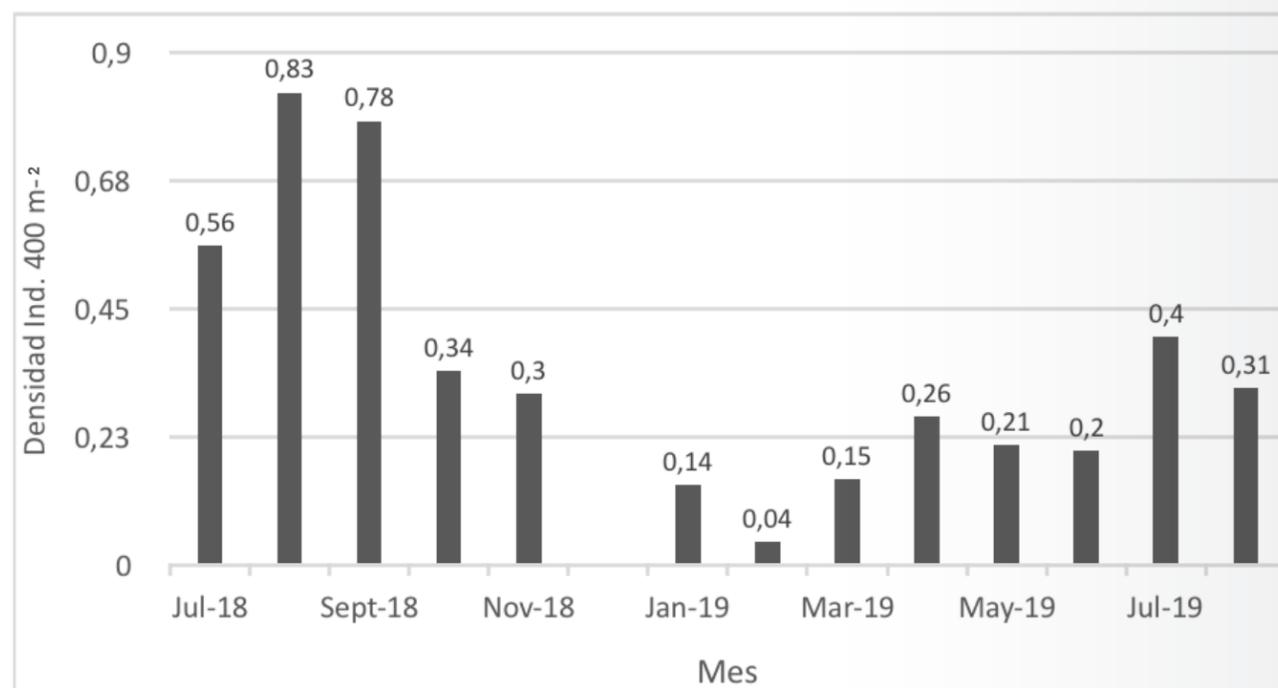
Con el fin de determinar si había diferencias en los promedios de talla y densidad entre los sitios de monitoreo y entre los meses, se realizaron los test de Kruskal-Wallis y un test de Wilcoxon pareado. Estos análisis estadísticos se hicieron en el software RStudio (RStudio Team, 2015).

Islas de Providencia y Santa Catalina derivado del alto grado de explotación realizado que, aunque ha sido una actividad tradicional, especialmente en semana santa, ha traído consecuencias en términos de su equilibrio poblacional.

Respecto a los cambios en la densidad mensual, no se encontraron diferencias significativas ($\chi^2=16,421$, $p=0,17$). Sin embargo, se puede observar cómo las mayores densidades se presentaron en los meses de julio, agosto y septiembre (Figura 2) y las menores en los meses de enero, febrero y marzo.

Figura 2

Densidades ($\text{Ind} \cdot \text{m}^{-2}$) mensuales en las cuatro estaciones de muestreo de las islas de Providencia y Santa Catalina: Three Brothers Cay – PNN Old Providence McBean Lagoon (TBC), Manchineel Bay (MB), Pash Bay (PB) y el Fuerte de Santa Catalina (FSC) entre julio de 2018 y agosto de 2019



Tallas

Las tallas de *C. pica* oscilaron entre 1 mm y 109,1 mm, con un promedio de $27,3 \pm 22,9$ mm. El 78,8 % correspondió a individuos de talla pequeña, el 14,1 % a individuos medianos y solo el 7,2 % a individuos de tallas grandes. Las tallas promedio entre las estaciones de muestreo presentaron diferencias significativas entre ellas ($\chi^2= 957,14$, $p < 2,2e^{-16}$). Las tallas promedio en las estaciones de PB, FSC y MB se consideran tallas pequeñas y variaron entre 14,4 mm y 37,7 mm. En TBC la talla promedio fue de $86,5 \pm 14,3$ mm que corresponde a individuos de tallas grandes (Tabla 2).

De acuerdo con Osorno y Díaz (2006), la predominancia de individuos juveniles en una población de *C. pica* puede deberse a una alta tasa de reclutamiento o a que existe un factor de mortalidad que afecta principalmente a los animales de tallas mayores. Además, la extracción por colecta que se ejerce predominantemente sobre animales adultos es el principal factor que incide en la dominancia de tamaños pequeños en la población (Castell, 1987).

Teniendo en cuenta estas variables, cabe resaltar que, en TBC, ubicado dentro del PNN Old

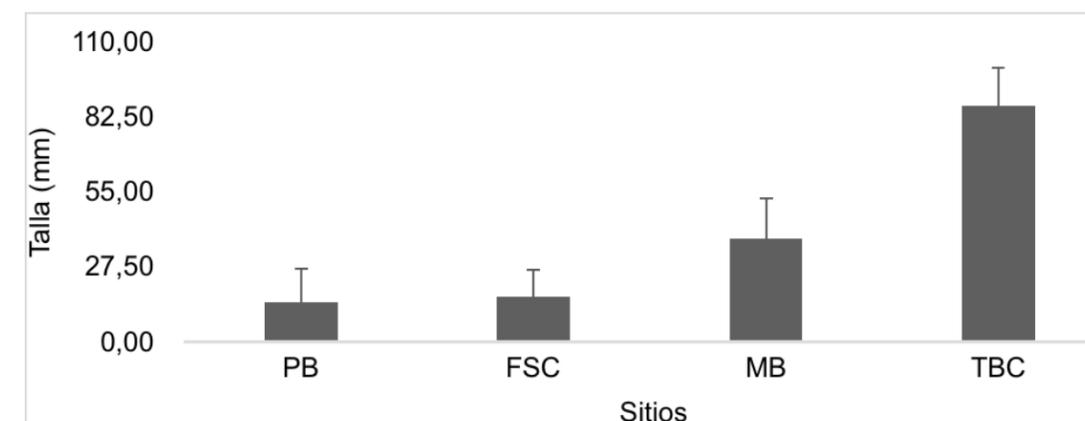
Tabla 2

Relación de talla máxima, mínima y promedio de *C. pica* en cuatro estaciones de muestreo de las islas de Providencia y Santa Catalina. Three Brothers Cay – PNN Old Providence McBean Lagoon (TBC), Manchineel Bay (MB), Pash Bay (PB) y el Fuerte de Santa Catalina (FSC) entre julio de 2018 y agosto de 2019

ESTACIONES	TBC	PB	FSC	MB
Talla mínima (mm)	18,09	1	3	1,6
Talla máxima (mm)	109,1	72,4	86,3	89,9
Talla promedio (mm)	$86,5 \pm 14,3$	$14,4 \pm 12,6$	$16,5 \pm 10,2$	$37,7 \pm 15,3$
TALLA PROMEDIO TOTAL (mm)	$27,29 \pm 22,9$			

Figura 3

Promedio de tallas de *C. pica* en cuatro sitios de muestreo de las islas de Providencia y Santa Catalina. Three Brothers Cay – PNN Old Providence McBean Lagoon (TBC), Manchineel Bay (MB), Pash Bay (PB) y el Fuerte de Santa Catalina (FSC) entre julio de 2018 y agosto de 2019



Providence McBean Lagoon, aunque se encontraron las menores densidades, se registraron las mayores tallas en comparación con PB, FSC y MB donde se encontraron densidades mayores, pero con individuos pequeños o medianos (Figura 3).

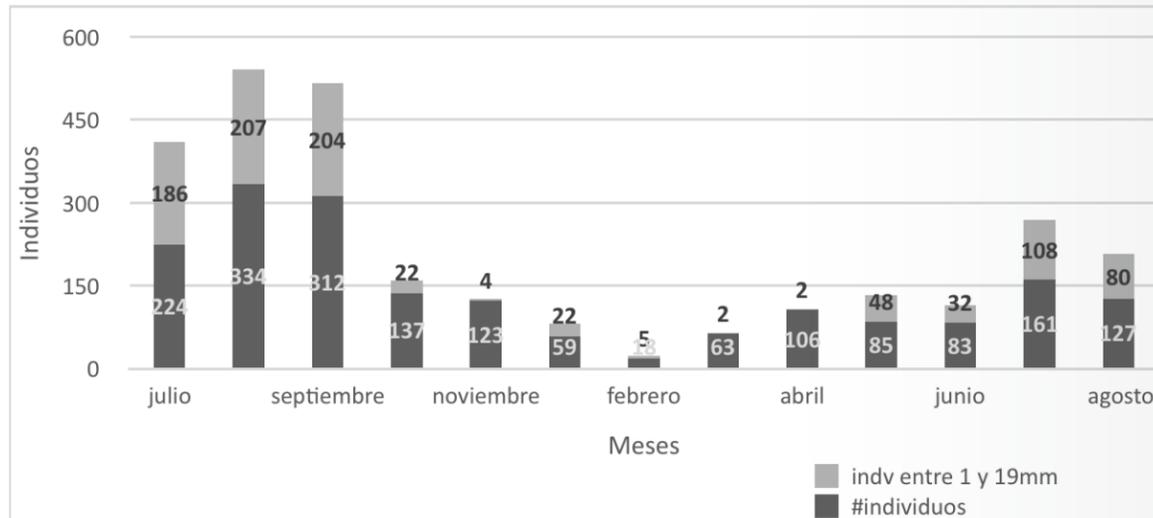
La talla media de madurez sexual estimada para el sur del Caribe colombiano de 58,64 mm (Osorno et al., 2009) muestra que solo el 9,7 % de los ejemplares capturados en las islas de Providencia y Santa Catalina están por encima de la talla media de madurez sexual, de los cuales el 68 % se encontraron en TBC y el 27 % en MB, sitios que por su ubicación son menos accesibles para la población local y los pescadores; adicionalmente, TBC se encuentra dentro del PNN Old Providence McBean Lagoon, lo

que puede demostrar diferencias en la distribución de la población a lo largo del litoral rocoso y la importancia de mantener zonas sin explotación para el mantenimiento de ejemplares reproductivos.

Teniendo en cuenta que el 50 % de los organismos se encuentran por debajo de los 19 mm, que corresponde a la fracción más pequeña de la población encontrada en el litoral rocoso, podemos inferir que el reclutamiento es mayor en los meses de julio, agosto y septiembre. Con excepción de un solo individuo encontrado en TBC por debajo de 19 mm, el reclutamiento se está presentando en MB, PB y FSC (Figura 4). De otra parte, basados en la corta duración de vida larvaria de *C. pica* (de 2,5 a 14 días) (Toller & Gordon, 2005; Bell, 1992; Díaz et al., 2010), que hace que la

Figura 4

Abundancia total y abundancia de individuos < 20 mm por mes, en los cuatro sitios de muestreo de las islas de Providencia y Santa Catalina. Three Brothers Cay – PNN Old Providence McBean Lagoon (TBC), Manchineel Bay (MB), Pash Bay (PB) y el Fuerte de Santa Catalina (FSC) Entre julio de 2018 y agosto de 2019



dispersión de las larvas por las corrientes, solo sea a cortas distancias (Bell, 1992), se infiere que, aunque durante todo el estudio se encontró reclutamiento, las épocas de mayor desove para las islas de Providencia y Santa Catalina podrían ser en esos meses. Osorno et al. (2009) reportaron para el sector de Santa Marta una mayor intensidad

de desoves en agosto, septiembre y octubre. Sin embargo, existen diferencias en los ciclos reproductivos de *C. pica* entre distintos sitios del Gran Caribe que pueden deberse a variaciones locales de las condiciones ambientales (Villalejo et al., 1996). No obstante, se recomienda profundizar en estudios reproductivos para ser más concluyentes.

Conclusiones

Los resultados de este estudio confirman el alto grado de sobreexplotación de esta especie, lo que requiere medidas urgentes de manejo que incluyan inicialmente la prohibición total de su captura mientras se logra aumentar la densidad de las poblaciones de *C. pica* y así evitar el agotamiento de este recurso. Una vez se logre aumentar la densidad poblacional, deben concertarse con la comunidad local medidas de manejo especiales que permitan un uso sostenible para el mantenimiento de las tradiciones locales.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Unidad de Gestión de Riesgo de Desastres (UGRD) de la Presidencia de la República por la financiación del proyecto “Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de Técnicas de Cultivo de Especies Marinas a Escala de Laboratorio y de Planta Piloto en las plataformas de las Islas de Providencia y Santa Catalina”; a la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina – Coralina y sus Directores Durcy Stephans y Arne Britton por permitir la ejecución del componente de “Estudio de Moluscos Potencialmente Promisorios para Maricultura Experimental” a través del Convenio Interadministrativo 010 de

La alta presencia de ejemplares de tallas pequeñas indica que sí se está presentando reclutamiento en el litoral rocoso de las Islas. Sin embargo, el bajo porcentaje (9,2%) de ejemplares en tallas por encima de la madurez sexual reportada para el sur del Caribe colombiano requiere de mayores investigaciones sobre esa talla para el archipiélago, esto con el objetivo de entender mejor esta situación y, de este modo, poder aportar en la definición de otras medidas de manejo.

2017 entre Coralina, la Universidad Nacional de Colombia (Sede Caribe) y Parques Nacionales Naturales de Colombia; y a Giovanna Peñalosa y Asilvina Pomare (Coordinadoras de la Oficina de Coralina en las Islas de Providencia y Santa Catalina) por el seguimiento permanente de la ejecución del Convenio. A los pescadores artesanales Irvin Howard, Ilirio Jay, Angel Webster y Joselin Walter, por su apoyo en los muestreos. Al personal del Parque Nacional Natural Old Providence McBean Lagoon, por su apoyo logístico las salidas de campo. A la profesora Dra. Luz Adriana Velasco Cifuentes de la Universidad del Magdalena, por la asesoría ofrecida.

Referencias

- Ardila, N. E., Navas, G. R. & Reyes, J. (Ed.). (2002). *Libro Rojo de Invertebrados Marinos de Colombia*. Norella Cruz.
- Bell, L. J. (1992). Reproduction and larval development of the West Indian topshell, *Cittarium pica* (Trochidae), in the Bahamas. *Bulletin of Marine Science*, 51(2), 250-266.
- Cano, M., Ward, V., Buitrago, D. & Valderrama, L. (2018). *Plan de Manejo Parque Nacional Natural Old Providence McBean Lagoon 2018-2022*. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Castell, L. L. (1987). *Algunos aspectos de la biología y ecología de Cittarium pica (L.), "Quigua" (Prosobranchia, Trochidae) en el Parque Nacional Archipiélago de los Roques* [Tesis de pregrado sin publicar]. Universidad Central de Venezuela.
- Correa, H. T., Toro, R. B., & Rosique, J. (2012). Some aspects of the bioecology of the West Indian Topshell *Cittarium pica* (Mollusca: Gastropoda) in the Darien Colombian Caribbean. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 16(2), 162-172.
- Daza, G. C., Martínez, H. N., & Narváez, B. J. (2018). Aspectos poblacionales del burgao *Cittarium pica* (Gastropoda: Tegulidae) en el litoral rocoso de Santa Marta, Magdalena, Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(1), 430-442.
- Debrot, A. O. (1990). Survival, growth, and fecundity of the West Indian topshell, *Cittarium pica* (Linnaeus), in various rocky intertidal habitats of the Exuma Cays, Bahamas. *Veliger*, 33(4), 363-371.
- Díaz, F. E., Haney, R., Wares, J., & Silliman, B. (2010). *Population Genetics of a Trochid Gastropod Broadens Picture of Caribbean Sea Connectivity*. *PLoS one*, 5(9), 1-8. Doi: e12675. 10.1371/journal.pone.0012675.
- Gamboa, L., & Posada, B. (2012). Geología del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina." En D. I. Gómez-López, C. Segura-Quintero, P. C. Sierra-Correa y J. Garay-Tinoco. (Eds.). *Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower: Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina* (pp. 36-46). Colombia: CORALINA, INVEMAR. Pp. 36-46.
- Garay, J., Castillo, F., Andrade, C., Aguilera, J., Niño, L., De la Pava, M., López, W & Márquez, G. (1988). Estudio Oceanográfico del Área Insular y Oceánica del Caribe colombiano-Archipiélago de San Andrés y Providencia y Cayos vecinos. *Bol. Cient. CIOH*, 9(3), 3-73.
- García, E. M., Connolly, P. E., McCormick, A. C., Mitchell, Ch. A., Chow, M. R., Hudgson, C. G., Peñaloza, N. G., & Howard, W. M. (2003). *Plan de Manejo Integrado del Sistema de Áreas Marinas Protegidas Parte I*. CORALINA. Proyecto "Caribbean Archipelago Biosphere Reserve: Regional Marine Protected Area System" CO-GM-P066646-GEF- TOC.
- Gobernación Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. (2020, agosto 13). *San Andrés*. <https://www.sanandres.gov.co>.
- Mancera, P. J., Gavio, B., Jerez, M. A., Guerra, V. L., Rico, M. J., Barrera, V. J., & Vega, R. J. (2014). *Aspectos Bioecológicos del Caracol Cittarium pica de la Isla de San Andrés, Durante su Periodo Reproductivo*. Bogotá, Colombia.
- Martínez, A. S., Hinojosa, S., & Rozo, O. S. (2009). Proceso y avance hacia la sostenibilidad ambiental: la reserva de biosfera Seaflower, en el caribe colombiano. *Cuadernos del Caribe*, 7(13), 7-23.
- Murcia, G. (2008). *Monitoreo de Wilks Cittarium pica (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Gastropoda Trochidae) en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*. Colombia, Coralina Report.
- Osorno, A., y Díaz, J. (2005). *Bioecología de la "Cigua" o "Burgao" Cittarium pica (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Gastropoda: Trochidae) en la costa continental del Caribe colombiano*. Colombia: Univ. Jorge Tadeo Lozano.
- Osorno, A. A., y Díaz, M. J. (2006). Explotación, usos y estado actual de la cigua o Burgao *Cittarium pica* (Mollusca: Gastropoda: Trochidae) en la costa continental del Caribe colombiano. *Boletín de investigaciones marinas y costeras*, 35, 133-148.
- Osorno, A. A., Gil, A., D. L. & Gómez, L. A. (2009). Plan de Investigación para la Conservación de *Cittarium pica* (Linnaeus, 1758). *INVEMAR Serie de Publicaciones Especiales*, 16.
- Randall, H. A. (1964). A study of the growth and other aspects of the biology of the West Indian topshell, *Cittarium pica* (Linnaeus). *Bulletin of Marine Science*, 14(3), 424-443.
- Rico, M. J., Mancera, P. J., & Guerra, V. L. (2017). Ecología poblacional de *Cittarium pica* (Gastropoda: Trochidae) en la isla de San Andrés, Reserva Internacional de Biósfera, Seaflower. *Revista de Biología Tropical*, 65(4), 1496-1506.
- Robertson, R. (2003). The edible West Indian" whelk" *Cittarium pica* (Gastropoda: Trochidae): Natural history with new observations. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 153(1), 27-47.
- RStudio Team (2015, agosto 13). *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio, Inc., Boston, MA. <http://www.rstudio.com/>.
- Schmidt, S., Wolff, M., & Vargas, J. A. (2002). Population ecology and fishery of *Cittarium pica* (Gastropoda: Trochidae) on the Caribbean coast of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 50(3-4), 1079-1090.
- Suarez, T. R., Medina, C. J. H. & Cano, M. (2019). Determinación de los aspectos socioculturales de la explotación del whelk (*Cittarium pica*) en Old providence y Santa Catalina Documento técnico. Colombia: Informe-Proyecto maricultura.
- Toller, W. & Gordon, S. (2005). *A Population Survey of the West Indian Topshell or Whelk (Cittarium pica) in the U.S. Virgin Islands*. Estados Unidos: Bureau of Fisheries Division of Fish and Wildlife Department of Planning and Natural Resources Government of the U.S. Virgin Islands.
- Villalejo, F. M., García, M. G., Ochoa, B. R & García, G. A. (1996). Ciclo reproductivo de *Megapitaria squalida* (Sowerby, 1835) (Bivalvia: Veneridae) en Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *Boletín Científico INPA*, 4, 29-39.



Foto: PNN Tinigua



Foto: Melissa Arias

Distribución potencial del hábitat de seis especies de primates (Familias Atelidae, Cebidae, Pitheciidae), frente al cambio de cobertura de la tierra en el Parque Nacional Natural Tinigua

Willian Gonzalo Benavides-Moreno

Biólogo. Profesional de Investigación y Monitoreo
Parque Nacional Natural Tinigua. Parques Nacionales
Naturales de Colombia.
sigonzalo06@gmail.com

Potential Habitat Distribution of Six Primate Species (Families Atelidae, Cebidae, Pitheciidae) Against Land Cover Change in Tinigua National Natural Park

RESUMEN

Mediante modelamiento espacial, basado en principios fundamentales, se estimó la distribución potencial de hábitat para seis especies de primates del Parque Nacional Natural Tinigua. En un primer momento, se utilizó información base a la cual se le asignó valores de probabilidad de acuerdo a las preferencias ecológicas de cada especie. Posteriormente se ponderaron pesos sobre la determinación de su presencia. Los modelos propuestos utilizaron los siguientes parámetros: clima (temperatura), pendiente, distancia a viviendas, cercanía con vías, distancia a cuerpos de agua y cobertura de tierra, esta última variable contó con información del año 2015 y 2019, razón por la cual se generaron dos escenarios de distribución por especie. Ya en la etapa final se calcularon métricas del paisaje con base en

valores de distribución potencial superiores al 75 %. Los resultados evidenciaron reducción en la cantidad de hábitat disponible para todas las especies de primates seleccionadas, principalmente para *Alouatta seniculus* y *Saimiri cassiquiarensis*. Dichas reducciones se concentraron principalmente al sur del área protegida (municipio de La Macarena) y revelaron, igualmente, que el *Plecturocebus ornatus* fue la especie con menor disminución de hábitat. El presente estudio, no hace parte de un análisis de conectividad, sin embargo, la información obtenida puede ser insumo de investigaciones que permitan cumplir el objetivo de conservación del Parque Nacional Natural Tinigua en el Área de Manejo Especial de La Macarena (AMEM).

Palabras clave: modelamiento espacial, Tinigua, Orinoquía, fauna.

ABSTRACT

By using spatial modeling based on fundamental principles, it was estimated the potential habitat distribution for six primate species in Tinigua National Natural Park. Baseline information was used, to which probability values were assigned, according to the ecological preferences of each species, and, posteriorly, the weights were pondered through the determination of their presence. The parameters used by the proposed model included climate (temperature), slope, distance to homes, proximity to roads, distance to bodies of water, and land cover (this last variable had information from 2015 and 2019, which is the reason why two distribution scenarios per species were generated). Additionally, landscape metrics were calculated based on potential distribution values larger than 75 %. The results evidenced a reduction in the amount of habitat available for all the selected primate species, mainly for *Alouatta seniculus* and *Saimiri cassiquiarensis*. Such reductions were concentrated mainly in the south of the protected area (town of La Macarena), and showed, at the same time, that *Plecturocebus ornatus* was the species with the least decrease in habitat. The present study is not part of a connectivity analysis, however, the information obtained may be an input for a future research that will allow us to meet the conservation goals of Tinigua National Natural Park in La Macarena Special Management Area (AMEM).

Keywords: spatial modeling, Tinigua, Orinoquía, fauna.

Introducción

Una adecuada planificación en la conservación de especies exige conocer el estado actual del hábitat a fin de identificar alternativas que permitan su preservación. Dichas estrategias requieren de análisis cuantitativos del estado de conservación, con la medición de indicadores comparables en el tiempo (Roncancio et al., 2013). Dentro de los elementos estructurales del paisaje, se considera la tesela, parche o fragmento, como pieza básica del mosaico del paisaje, la cual puede variar en forma, tamaño y número. La variación de forma de parche puede determinar la calidad de hábitat de algunas especies del borde. Así, mientras las formas alargadas favorecen un mejor intercambio de nutrientes con el entorno, las formas más regulares facilitan la conservación de los mismos (Forman, 1995).

Por otra parte, la distancia y tamaño de parche, así como la realidad con la matriz aledaña puede afectar el intercambio genético de las especies. En el caso de un aumento temporal del número de fragmentos en el paisaje, se interpretaría como un avance de las presiones (Correa et al., 2012). Esta afirmación se tuvo en cuenta para el Parque Nacional Natural Tinigua

(PNN Tinigua) ante la avanzada dinámica de deforestación en el periodo evaluado.

El PNN Tinigua ha sido sometido a una serie de intervenciones tales como vías, ganadería e infraestructura (Clavijo et. al., 2018). Lo anterior puede perjudicar a las poblaciones primates, siempre que se tome en cuenta que la deforestación y la pérdida de hábitat son factores de amenaza (Pereira Bengoa et al., 2010). Este estudio evaluó el cambio en el hábitat disponible de un grupo de especies: mono aullador (*Alouatta seniculus*), mono Araña (*Ateles belzebuth*); mono Churuco (*Lagothrix lagotricha lugens*); mono maicero (*Cebus albifrons*), mono ardilla (*Saimiri cassiquiarensis*); mico tocón o zocay (*Plecturocebus ornatus*). El trabajo se realizó con el objetivo de evaluar los cambios en la distribución potencial de seis especies de primates con base en el cambio de cobertura entre el periodo 2015 y 2019 en el área. A través de ello, se buscaba estimar la incidencia de la deforestación en la calidad de hábitat de los primates del área protegida, además de proporcionar herramientas de monitoreo para la toma de decisiones.

Métodos

Área de Estudio

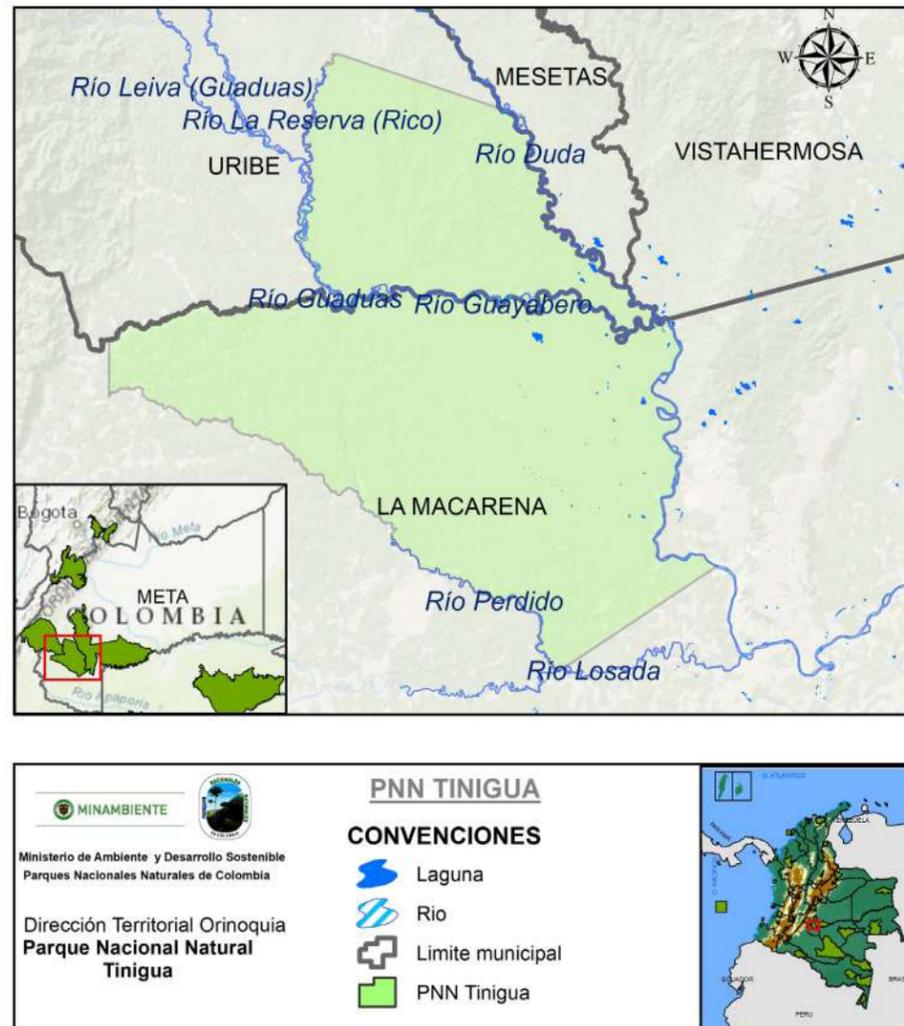
El Parque Nacional Natural Tinigua se ubica en los municipios de Uribe y La Macarena (Meta) y tiene una extensión aproximada de 214362 ha, en las que confluyen los biomas de selva húmeda y bosque inundable. (Figura 1).¹ El Parque tiene influencia del río Guayabero, el

cual atraviesa el área protegida y, por su ubicación espacial, se considera como un corredor de vital importancia para la estabilidad de diferentes especies, entre ellas los primates, los cuales a su vez hacen parte de los VOC (Valores Objeto de Conservación) de filtro fino del área protegida.

¹ Dicha clasificación surge de un ejercicio de actualización del plan de manejo del área protegida a partir de las unidades zonobioma húmedo tropical Amazonia-Orinoquia y peinobioma Amazonia-Orinoquia del mapa de biomas amazonia del 2002.

Figura 1

Ubicación PNN Tinigua

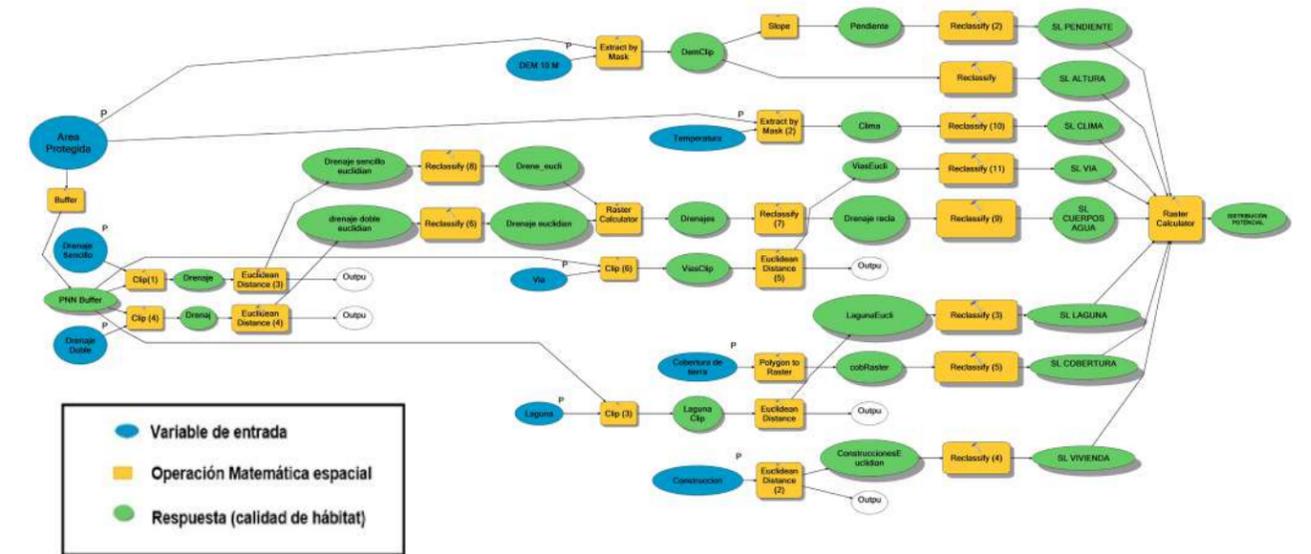


sobre la determinación de su presencia, para la estimación de pesos de variables, se contó con expertos en primates, aplicando análisis multicriterio con metodología de matrices de (Saaty,

1994). Para dicha modelación, se combinó información cuantitativa y cualitativa basada en el conocimiento de las preferencias ecológicas de la especie (Roncancio et al., 2011).

Figura 2

Modelo de distribución potencial de hábitat para especies de primates del PNN Tinigua



Con el fin de evaluar la incidencia del cambio de cobertura en la distribución potencial de los primates, se estimaron los mapas con la cobertura de tierra 2015 y de manera paralela se realizó el mismo procedimiento con la 2019, esto de manera independiente para cada especie. Con los resultados anteriores se realizaron análisis del paisaje mediante la extensión Patch Analyst

(Rempel et al., 2012). Se calcularon las métricas MSI (Índice medio de forma), MPS (tamaño medio de parche), NumP (número de parches), PSSD (desviación estándar del tamaño medio de Teselas), CA (área clase) (McGarigal y Marks 1995). Se consideraron como tesela, parche o fragmento, las zonas con valores de distribución potencial superiores al 75 %.

Metodología

Para obtener mapas de distribución por especie, se utilizó el método de paisajes biológicos basado en principios fundamentales, en donde los mapas generados reflejan la calidad de hábitat disponible para cada especie. Estos mapas se elaboraron mediante herramientas de modelamiento espacial (Didier & USAID, 2006). Los modelos basados en principios fundamentales (conocimiento de expertos), se obtienen a partir de condiciones favorables para cada especie mediante: I. Revisión de literatura; II. Descripciones cualitativas de uso de hábitat;

III. Experiencia y opinión de investigadores; y IV. Principios y conocimientos de ecología (Clevenger et al., 2002). El ejercicio de modelamiento utiliza estructuras de datos raster, donde cada celda o pixel representa un valor medio en el paisaje (probabilidad de 0-100). Se empleó la aplicación Model Builder con las siguientes variables: cobertura de tierra, distancia a cuerpos de agua (ríos, caños y lagunas), clima, pendiente, altitud, distancia a vías y distancia a viviendas (Figura 2). A las variables de información base utilizadas, se les asignaron valores de probabilidad, de acuerdo a las preferencias de la especie y posteriormente se ponderó su peso

Resultados y discusión

Distribución potencial en el paisaje

El modelo basado en principios fundamentales sugiere para el año 2015, la menor área de distribución (calidad de hábitat >75%) para *P. ornatu*s con 71321 ha (33,33 % del paisaje) mientras que *S. cassiquiarensis* se distribuía en la mayor extensión con 161424 ha (75,45 % del Parque). El resto de especies seleccionadas presentaron una superficie de distribución intermedia a los valores anteriormente descritos. Entre el año 2015 al 2019 el PNN Tinigua, perdió

aproximadamente 24455 ha (11,4 % del paisaje) de su cobertura original. Estas presiones pueden haber afectado la estructura y composición de sus biomas (selva húmeda y bosque inundable) además de reducir el hábitat de los primates. *P. ornatu*s, por ejemplo, redujo su área de distribución potencial en aproximadamente 3990 ha y *S. cassiquiarensis* en 17937 ha (Figura 3).

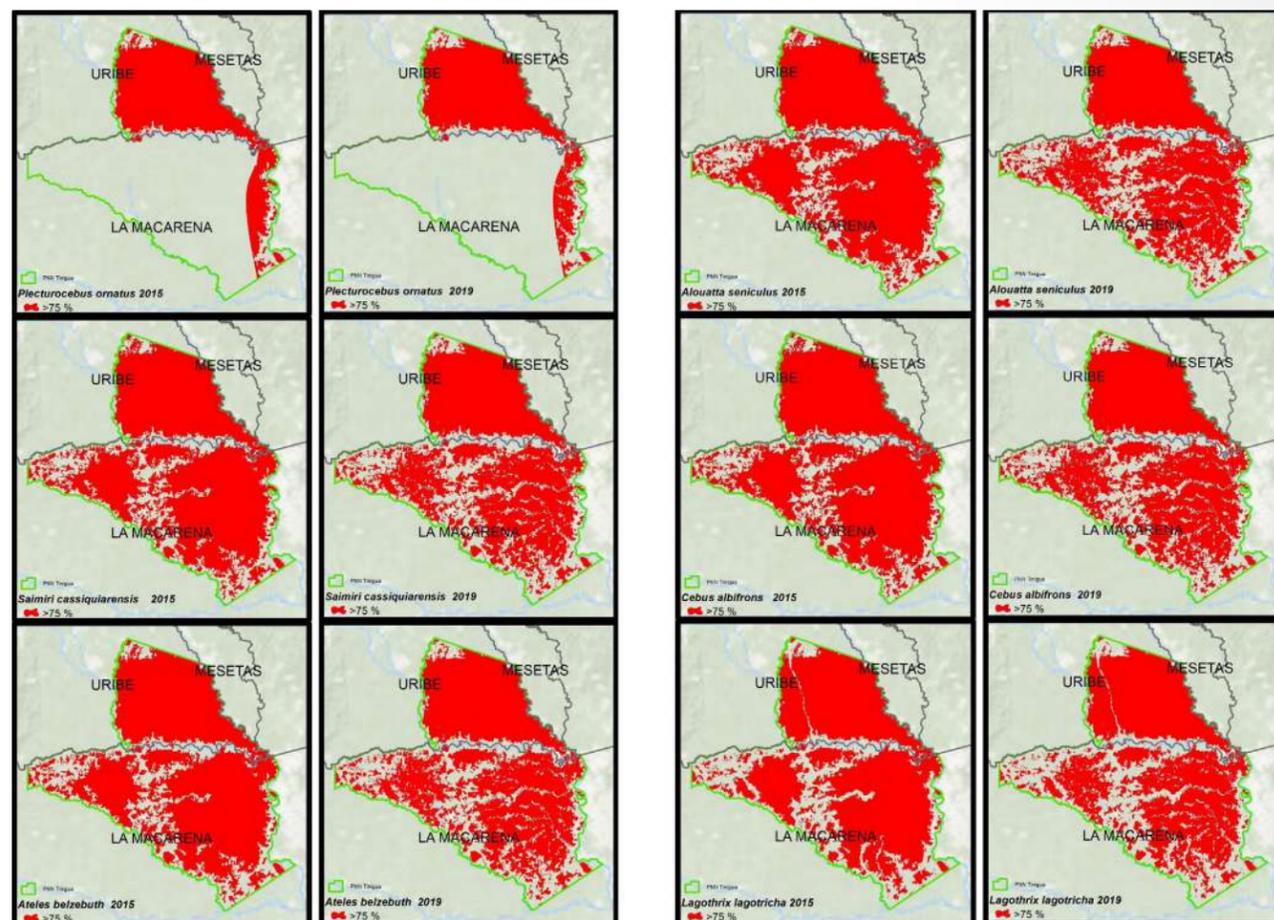
La distribución de *P. ornatu*s es menor que el resto de primates, debido a la limitada

distribución histórica (costado norte del río Guayabero con un pequeño enclave en la orilla occidental) (Rodríguez-Mahecha et al., 2006). El hábitat de este primate se ha visto perjudicado principalmente en el sector sur del Parque,

poniendo en peligro las poblaciones del lugar, ante un aislamiento físico con el resto de la población (paso Río Guayabero). Dicha situación ocasionaría pérdida de conectividad para la especie en el área protegida.

Figura 3

Distribución potencial de especies de primates en 2015 y 2019. A). *Plecturocebus ornatus*. B). *Saimiri cassiquiarensis*. C). *Ateles belzebuth*. D). *Alouatta seniculus*. E). *Cebus albifrons*. F). *Lagothrix lagotricha*



Para el año 2015, la mayor parte del área protegida disponía de un hábitat adecuado para *S. cassiquiarensis*, *A. seniculus*, *A. belzebuth* y *C. albifrons*. Sin embargo, para ese año el hábitat era escaso alrededor del río Guayabero y ejes viales (Rubí - Brisas del Guayabero; Guaduas – Guayabero; Guayabero – Perdido) (PNN Tinigua, 2017). En el año 2019 el hábitat disponible para las especies anteriormente descritas fue reducido notablemente, principalmente en el sector sur del Parque. La reducción del hábitat es coincidente con la apertura de algunas carreteras recientes, con notoria afectación en la vía a orillas del río Guayabero y en algunas trochas

del costado medio oriental de la vía Guayabero – Perdido, así como las derivadas en el sentido sur de la vía Guaduas-Guayabero.

El PNN Tinigua perdió entre el 2015 y 2019 aproximadamente 24455 ha de su cobertura conservada, reduciendo así el área de hábitat disponible de *A. belzebuth* en 17299 ha; *A. seniculus*, en 17974 ha; *C. albifrons* 17860 ha y *L. lagotricha* 14524 ha, para esta última especie se destaca una presión de hábitat en el sendero norte de acceso al Parque (Sendero por la Paz) (Tabla 1).

Los mapas de calidad de hábitat 2015 y 2019 son similares entre algunas especies como es el caso de *A. seniculus cassiquiarensis*. Sin embargo, existen ciertas diferencias a nivel de paisaje. Los análisis con métricas del periodo 2015 y 2019 mostraron una reducción del hábitat para todas las especies, con aumento en el número de parches de distribución (NumP) (Tabla 1). Lo anterior es evidente en la distribución potencial de *A. belzebuth*, la cual en 2015 contaba con 219 teselas de hábitat disponible en 160007 ha, mientras que en el 2019 se contaban con 604 teselas en una menor área de distribución (142708 ha). Dicha situación muestra la fragmentación de hábitat para la especie. Este hábitat altamente fragmentado puede estar sujeto a una serie de fenómenos como “efecto de borde”, en donde las especies quedan más vulnerables ante los depredadores que habitan la periferia (Gurrutxaga San Vicente y Lozano-Valencia, 2006).

En el año 2015 la distribución de *P. ornatus* se dispuso en un menor número de fragmentos con relación al resto de primates. Sin embargo, para el 2019 aumentó el número de parches de distribución en 123. Esta tendencia puede afectar la estabilidad de la especie, debido a que el aislamiento de los individuos respecto el resto del grupo es considerado uno de los factores estrechamente relacionados con procesos de fragmentación y reducción de hábitats, los cuales generan problemas de inviabilidad de especies silvestres en los paisajes con ocupación humana (Gurrutxaga San Vicente y Lozano-Valencia, 2006). Lo anterior es particularmente preocupante para este primate, dado su estrecho rango de distribución natural al ser una especie endémica, considerada Vulnerable (VU) conforme categorías (IUCN, 2020), esta clasificación coincide con la descrita en el listado de especies de la Resolución 1912 de 2017.

En este trabajo, las formas de parche más circulares se presentaron con mayor incidencia para la distribución de *L. lagotricha* (Tabla 1) y, dependiendo de la realidad ecológica de la especie, es poco probable que exista la conexión entre poblaciones adyacentes aisladas. El tamaño medio de parche (MPS) presentó reducción para todas las especies y los cambios más notorios que se observaron en *C. albifrons*, el cual contaba con un MPS de 1333 ha en el 2015 y se redujo a 270 ha en el 2019. *C. albifrons* presentó en el 2015 un valor de PSSD de 10151 y en el 2019 se redujo a 3492. Esto indicaría que el tamaño de los fragmentos de hábitat contaba con áreas más homogéneas en el año 2019, por lo tanto, es menos probable encontrar parches de hábitat de gran tamaño que puedan ser conectados a fragmentos de menor área. La planificación en la conectividad de la especie debe ser desarrollada con base en herramientas que permitan la conexión de varias áreas núcleo efectivas en el paisaje. Los procesos de fragmentación dentro del área protegida han ocasionado un aumento notorio en el número de parches, lo cual se manifiesta con teselas de menor área. Para el caso de esta especie es necesario buscar alternativas que permitan conectar los remanentes de hábitat que aún persisten.

De acuerdo a los parámetros planteados, se perdieron en promedio 14923 ha, de la distribución potencial original de los primates seleccionados, indicándose así una variación en la estructura y composición de las especies. Esta alteración se asocia a la reducción del tamaño de los fragmentos de bosques y áreas naturales, lo cual puede ocasionar extinciones locales ante la pérdida del área de ocupación (Tischendorf et al., 2005).

Tabla 1

Métricas del paisaje sobre distribución potencial de primates seleccionadas, para los años 2015 y 2019

ESPECIE	AÑO	MSI	MPS	NumP	PSSD	CA
<i>Lagothrix lagotricha</i>	2015	1,51	256	588	3533	150507
	2019	1,51	158	863	2632	135984
<i>Alouatta seniculus</i>	2015	1,78	1076	150	9134	161412
	2019	1,63	269	533	3493	143483
<i>Ateles belzebuth</i>	2015	1,64	731	219	7439	160007
	2019	1,61	236	604	3263	142708
<i>Cebus albifrons</i>	2015	1,86	1333	121	10151	161292
	2019	1,63	270	532	3496	143432
<i>Plecturocebus ornatus</i>	2015	1,57	728	98	5848	71321
	2019	1,53	305	221	3749	67331
<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	2015	1,78	1106	146	9227	161424
	2019	1,64	271	530	3503	143487

Distribución potencial por sectores

El PNN Tinigua maneja dos sectores de trabajo correspondientes al municipio de Uribe en el sector norte y el sector sur del municipio de La Macarena. Estas regiones se encuentran separadas al interior del parque por el paso del río Guayabero. A la luz de la anterior zonificación, se encontró que el sector sur del parque presenta un alto grado de presión, lo cual revela un aumento de teselas y una reducción del hábitat disponible. *A. belzebuth* por ejemplo, presentó fuertes presiones de hábitat en este sector, debido a que entre 2015 y 2019, se redujo el hábitat disponible en 15422 ha, y las teselas pasaron de 181 a 470 (Tabla 2). Las presiones en el sector Norte (municipio de Uribe), aunque son de menor incidencia, igual se manifiestan en la calidad de hábitat para las especies. Este es el caso de *C. albifrons*, que para el 2015 se distribuía en 58072 ha y 42 teselas, mientras que en el 2019 su distribución se redujo a 56142 ha en 159 teselas.

La forma de parche se modificó en ambos sectores, pasando de formas irregulares a más circulares (Tabla 2). *C. albifrons* presentó los cambios más notorios del sector norte del Parque, pasando de un valor MSI de 2,64 en el 2015, a 1,52 (formas más circulares) en el 2019. Dichas zonas pueden asociarse a coberturas en donde se conservan mejor los nutrientes (Forman, 1995). *P. ornatus* fue el primate con la mayor reducción en tamaño medio de fragmento en el sector norte, pasando de 1522 ha en el 2015 a 437 ha el 2019. Para el sector sur se resalta en *C. albifrons* un cambio del tamaño medio de parche (MPS) de hábitat el cual pasó de 1032 ha en el 2015 a 213 ha en el 2019. Esta dinámica estructural, afectaría la estabilidad de la población ante la presencia de fragmentos pequeños.

Tabla 2

Métricas del paisaje de distribución potencial de primates seleccionadas, por sector del PNN Tinigua

ESPECIE	SECTOR	AÑO	MSI	MPS	NumP	PSSD	CA
<i>Lagothrix lagotricha</i>	Norte	2015	1,62	627	90	5843	56427
		2019	152	184	510	2888	94081
	Sur	2015	1,51	317	173	4101	54876
		2019	1,54	115	707	2082	81108
<i>Alouatta seniculus</i>	Norte	2015	2,19	1117	52	7882	58085
		2019	1,82	833	124	8664	103326
	Sur	2015	1,57	379	148	4541	56156
		2019	1,71	214	408	2908	87327
<i>Ateles belzebuth</i>	Norte	2015	1,83	1158	50	8011	57905
		2019	1,67	564	181	7014	102102
	Sur	2015	1,56	369	152	4458	56028
		2019	1,65	184	470	2693	86680
<i>Cebus albifrons</i>	Norte	2015	2,64	1383	42	8747	58072
		2019	1,89	1032	100	9635	103220
	Sur	2015	1,52	353	159	4382	56142
		2019	1,7	213	409	2904	87292
<i>Plecturocebus ornatus</i>	Norte	2015	1,61	1522	38	9152	57852
		2019	1,59	210	64	1423	13469
	Sur	2015	1,52	437	128	4853	55970
		2019	1,55	118	96	951	11360
<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Norte	2015	2,23	1162	50	8036	58087
		2019	1,82	854	121	8794	103337
	Sur	2015	1,57	382	147	4556	56159
		2019	1,7	216	405	2919	87328

Conclusiones

La superficie de hábitat disponible para los primates en estudio del PNN Tinigua sufrió una notable reducción entre el 2015 y 2019, ocasionando mayor número de parches de hábitat, con tendencia hacia formas más circulares de menor tamaño. Las especies de primates del Sector Sur del PNN Tinigua (Municipio de

Macarena), han tenido una mayor afectación de hábitat.

Los presentes modelos pueden aportar información de línea base para el grupo de primates del área protegida, además ser insumos cartográficos, determinantes en la adecuada

definición de las zonas prioritarias a restaurar dentro del Parque. Lo anterior en aras de contrarrestar la pérdida de conectividad de las especies más perjudicadas por la deforestación. Esta planificación local, puede ser complementada a futuro, con el uso de herramientas SIG, especializadas en diseño de corredores ecológicos, tales como Corridor Designer y Circuitscape.

Agradecimientos

Al jefe del PNN Tinigua Querubín Rodríguez, por su apoyo en la gestión del proyecto; a Jhon Zamudio, por los aportes y comentarios

Referencias

Correa, J. J., Volante, J. N., & Seghezzi, L. (2012). Análisis de la fragmentación y la estructura del paisaje en bosques nativos del norte argentino. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 16 (0329-5184), 97-103.

Clavijo, J. C., Sierra Quintero, M. T., Rodríguez Pinilla, Q., Pedraza Suarez, B. R., Forero Pineda, D. C., Plazas Certuche, J. A., Rico Pàez, E. A., Cubillos Moreno, L. A., Duarte Vargas, J. I., Cabrera Pineda, J. A., Díaz Algarra, E. Y., Barbosa Cajica, M., & Maecha Ortiz, G. (2018). *Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Tinigua 2018 -2023*. Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Clevenger, A. P., Wierzchowski, J., Chruszcz, B., & Gunson, K. (2002). GIS-Generated, Expert-Based Models for Identifying Wildlife Habitat Linkages and Planning Mitigation Passages. *Conservation Biology*, 16(2), 503-514.

Didier, K., & USAID. (2006 septiembre). Building Biological and Threats Landscapes from ecological

Estos modelos son apenas un acercamiento a la realidad. Dichos análisis deben ser complementados con datos *in situ* que evalúen el estado de las poblaciones en el espacio y el tiempo (densidad poblacional); de igual forma, es importante determinar información adicional como la cacería por parte de comunidades humanas, además de la composición y productividad de los bosques.

al trabajo realizado; a los investigadores que contribuyeron con sus criterios en ecología de primates, especialmente a Néstor Roncancio, Jennifer Branch y Pablo Stevenson.

first principles, a step-by-step approach. *Technical Manual*, 6, 1-20.

Forman, R. T., Pereira Bengoa, V., & Bueno, M. L. (1995). *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge UP.

Gurrutxaga San Vicente, M., & Lozano Valencia, P. (2006). Efectos de la fragmentación de hábitats y pérdida de conectividad ecológica dentro de la dinámica territorial. *Revista de Geografía*, 6(16), 35-54.

IUCN. (2020). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-1. <https://www.iucnredlist.org>

McGarigal, K., & Marks, B. J. (1995). FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. General Technical Report - US Department of Agriculture, Forest Service, PNW-GTR-351. <https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-351>

Parque Nacional Natural Tinigua. (2017). Programa de monitoreo del Parque Nacional Natural Tinigua. Plan de Manejo del PNN Tinigua 2017-2022.

Dirección Territorial Orinoquía. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Uribe, Meta, Colombia.

Pereira Bengoa, V., Stevenson, P. R., Bueno, M. L., & Nassar Montoya, F. (2010). *Primatología en Colombia: Avances al principio del milenio*. Fundación Universitaria San Martín.

Rempel, R. S., Kaukinen, D., & Carr, A. D. (2012). Patch analyst and patch grid. Ontario Ministry of Natural Resources. Centre for Northern Forest Ecosystem Research.

Rodríguez-Mahecha, J. V., Landazábal Mendoza, C., Nash, S. D., & Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda. y Desarrollo Territorial (2006). Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia.

Roncancio, N., Acosta-Castañeda, A., García-Loaiza, L. M., & Ríos-Franco, C. A. (2013). Distribución potencial y disponibilidad de hábitat del tití gris (*Saguinus leucopus*): un primate endémico de Colombia y en peligro de extinción. En T. R. Defler, P. R. Stevenson, M. L. Bueno & D. C. Guzmán-Caro (Eds.). *Primates Colombianos en Peligro de Extinción* (pp. 217-234). https://www.asoprimatologicacolombiana.org/uploads/1/1/4/7/11474090/roncancio_et_al_2013_-_pcpe_capitulo_14.pdf

Saaty, T. (1994). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the AHP: The Analytic Hierarchy Process*. RWS Publications.

Tischendorf, L., Grez, A., Zaviero, T., & Fahrig, L. (2005). Mechanisms affecting population density in fragmented habitat. *Ecology and Society*, 10 (1).

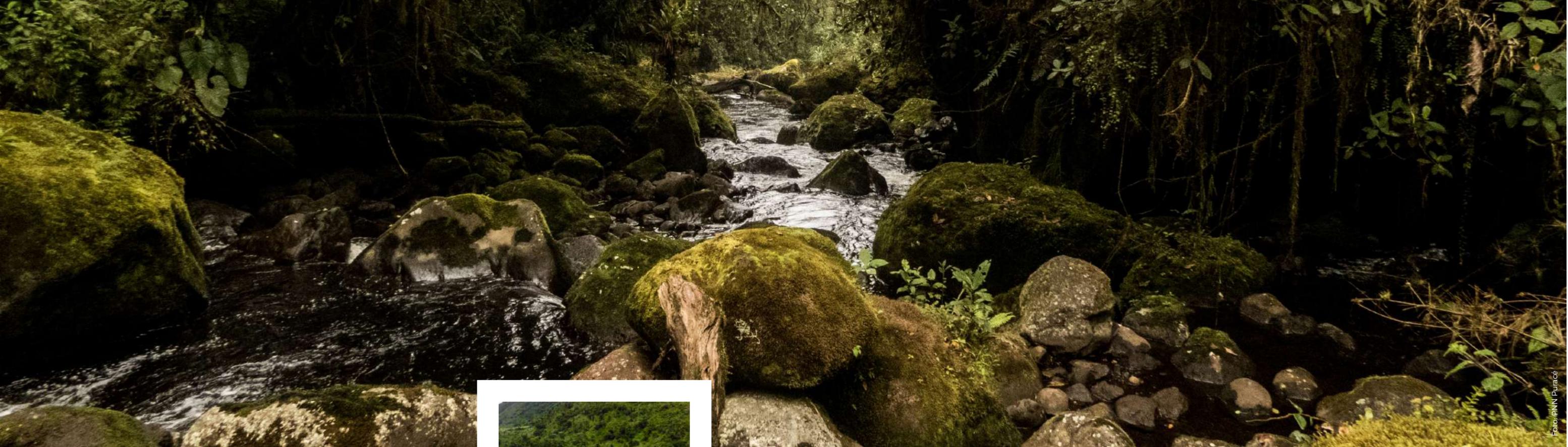


Foto: Gustavo Pizzo

Foto: PINN Puracé

Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad hídrica de los ríos “Valor Objeto de Conservación” del Parque Nacional Natural Puracé

Gustavo Adolfo Pizzo-Florez

Profesional de investigación y monitoreo. Parque Nacional Natural Puracé. Parques Nacionales Naturales de Colombia. tapiflo@gmail.com

Isaac Bedoya Dorado

Jefe de área protegida. Parque Nacional Natural Puracé. Parques Nacionales Naturales de Colombia. isaac.bedoya@parquesnacionales.gov.co

Gustavo Adolfo Papamija

Operario. Parque Nacional Natural Puracé. Parques Nacionales Naturales de Colombia. gustavo.papamija@gmail.com

Hector Miguel Pizo

Operario. Parque Nacional Natural Puracé. Parques Nacionales Naturales de Colombia. hmiguel29@gmail.com

Aquatic Macroinvertebrates as Indicators of Hydric Quality in National Natural Park's “Conservation Object Value” Rivers

Jorge Andrés Muñoz Jurado

Operario. Parque Nacional Natural Puracé. Parques Nacionales Naturales de Colombia. george03233@hotmail.com

Faber Diomar Jiménez

Operario. Parque Nacional Natural Puracé. Parques Nacionales Naturales de Colombia. fadycusiyaku@hotmail.com

Diomar Castro Fierro

Operario. Parque Nacional Natural Puracé. Parques Nacionales Naturales de Colombia. dicafierro@gmail.com

Carlos Hernán Sánchez Rodríguez

Técnico. Parque Nacional Natural Puracé. Parques Nacionales Naturales de Colombia. carhesan.1@gmail.com

Carlos Eduardo Guerra Guzmán

Operario. Parque Nacional Natural Puracé. Parques Nacionales Naturales de Colombia. osodeanteojos2010@gmail.com

Parmenides Papamija Palechor

Técnico. Parque Nacional Natural Puracé. Parques Nacionales Naturales de Colombia. palmo100158@gmail.com

RESUMEN

El Parque Nacional Natural Puracé (PNN) se encuentra localizado en el suroccidente colombiano, en el origen las cuencas de los ríos Magdalena, Cauca y Caquetá, las cuales se han definido como Valores Objeto de Conservación (VOC). Con el fin de iniciar el monitoreo de su calidad hídrica, se determinó la calidad de estos tres ríos y dos de sus afluentes utilizando el índice biótico Biological Monitoring Working Party (BMWP). Para esto, se realizó la recolección, identificación y valoración de los macroinvertebrados acuáticos en un tramo de 100 metros en una estación dentro y otra fuera del área protegida durante la época seca y la época de lluvia. Se recolectaron un total de 37 familias, de las cuales las familias Baetidae, Chironomidae, Perlidae, Aelosomatidae y Hydropsychidae fueron las más representativas en todo el estudio y las más abundantes en la época seca. Siguiendo la clasificación de calidad de aguas de Zamora (2007), dentro del

área protegida el río Vedón revelaron aguas de calidad buena y tres cuerpos de agua mostraron calidad aceptable, con presencia de familias como Perlidae, Leptophlebiidae, Leptoceridae, Hydrobiosidae, Baetidae, entre otros, mientras que el río Cauca exhibió aguas de calidad dudosa, con presencia de organismos como Aelosomatidae, Baetidae, Chironomidae, Hydrobiosidae, Elmidae y Tipulidae. La implementación de este índice biótico nos permite tener una aproximación confiable sobre la calidad hídrica de los ríos presentes en el área protegida, sin embargo, debe realizarse una adaptación de este índice teniendo en cuenta las condiciones ecosistémicas del PNN Puracé.

Palabras clave: Índice BMWP, macizo colombiano, áreas protegidas, recurso hídrico, páramos.

ABSTRACT

The Puracé National Natural Park (NNP) is located on southwestern of Colombia, where the Magdalena, Cauca and Caquetá river basins originate, and which have been defined as Conservation Object Values (COV). In order to begin the monitoring of these COV, the hydric quality of these three rivers and two of their tributaries was determined using the BMWP index. For this, the collection, identification and assessment of aquatic macroinvertebrates was carried out in a 100 meter section at stations inside and outside the protected area during the dry and rainy seasons. A total of 37 families were collected, with the families Baetidae, Chironomidae, Perlidae, Aelosomatidae and Hydropsychidae being the most representative in the entire study and the most abundant in the dry season. Following the classification of water quality of Zamora (2007), within the protected area, the Vedón river revealed good quality and three bodies of water exhibited acceptable quality, with the presence of families such as Perlidae, Leptophlebiidae, Leptoceridae, Hydrobiosidae, Baetidae, among others, while the Cauca river showed waters of dubious quality, with the presence of organisms such as Aelosomatidae, Baetidae, Chironomidae, Hydrobiosidae, Elmidae and Tipulidae. The implementation of this biotic index allows us to have a reliable approach on the water quality of the rivers present in the protected area, however, an adaptation of this index must be made taking into account the ecosystem conditions of the Puracé NNP.

Keywords: BMWP index, Colombian massif, protected areas, hydric resource, paramos

Introducción

El Parque Nacional Natural (PNN) Puracé representa para Colombia una de las principales fuentes de recurso hídrico, debido a que dentro de esta área protegida nacen algunas de las principales cuencas de la nación como lo son los ríos Cauca, Caquetá, Magdalena y Patía. Por esta razón, se le ha denominado a esta zona la estrella fluvial del Macizo Colombiano, hecho que ha motivado que el PNN Puracé se haya propuesto, como parte de los tres objetivos incluidos en su Plan de Manejo 2020-2024, la conservación de estos. En este sentido, el área protegida ha seleccionado a los ríos Cauca, Caquetá, Magdalena, Alto Vedón La Plata y Kukuy como valores objeto de conservación (VOC), ya que su monitoreo permite generar información útil para conocer la efectividad de las estrategias de conservación implementadas por el área protegida en el cumplimiento de este objetivo.

Para poder conocer y monitorear la calidad del recurso hídrico en Colombia, se ha propuesto el uso los macroinvertebrados acuáticos como bio-indicadores, debido a su abundancia, poca movilidad, ciclos de vida relativamente largos,

amplia distribución geográfica, facilidad de muestreo e identificación, sensibilidad a las características del hábitat y respuesta rápida a los cambios en la calidad hídrica (Álvarez-Arango, 2005; Roldán-Pérez, 2016). Junto a estos organismos, también se ha promovido la implementación del índice BMWP (Biological Monitoring Working Party), índice que ha sido utilizado en diferentes tipos de ecosistemas del país, principalmente los andinos (Roldán-Pérez, 1988; Zamora, 2000; Sánchez-Herrera, 2005; Zamora, 2007; Roldán-Pérez, 2016). A través de este, es posible estimar la calidad de los ecosistemas acuáticos ubicándolos en una categoría de grado de contaminación, a partir del resultado de la sumatoria de las puntuaciones asignadas a las familias taxonómicas presentes. Teniendo en cuenta esto, el equipo del PNN Puracé determinó la calidad de los cuerpos hídricos VOC dentro y fuera del área protegida utilizando el índice BMWP (Zamora, 2007) durante el año 2019, con el fin de generar información de línea base que sirva como referencia para posteriores evaluaciones de calidad hídrica, en el marco del programa de monitoreo de los VOC del área protegida (Bonilla-Valencia et al., 2019).

Métodos

Área de estudio

El PNN Puracé comprende una extensión de 91843,73 hectáreas entre los departamentos del Cauca y Huila, al suroccidente colombiano, conservando ecosistemas de selva andina y páramos entre los 2350 y 5000 m s.n.m. (Bonilla-Valencia et al., 2019). En el sur del área protegida nacen el río Magdalena en la laguna de la Magdalena (nombre ancestral Yuma Cocha), a 3450 m s.n.m. sobre el páramo de las Papas; y el río Caquetá en el sitio fuente Gonzales, a 3700 m s.n.m. sobre el páramo del Letrero. El río Cauca nace a los 3300 m s.n.m., en la hondonada de la Josefita, entre los cerros Cresta de

Gallo y Filón Español, al centro occidente del PNN Puracé. Al norte del área protegida, nace el río Vedón a 3300 m s.n.m. en la laguna de San Rafael (nombre ancestral Andulvio) sobre el Páramo de Moscopán y el río Kukuy en las laderas de la serranía volcánica los Kokonukos a 4500 m s.n.m.

Para determinar la calidad del agua de estos Valores Objeto de Conservación, se seleccionaron cinco puntos de muestreo dentro del PNN Puracé y cinco fuera del mismo (Figura 1), generalmente aguas abajo de alguna presión antrópica o de algún caserío.

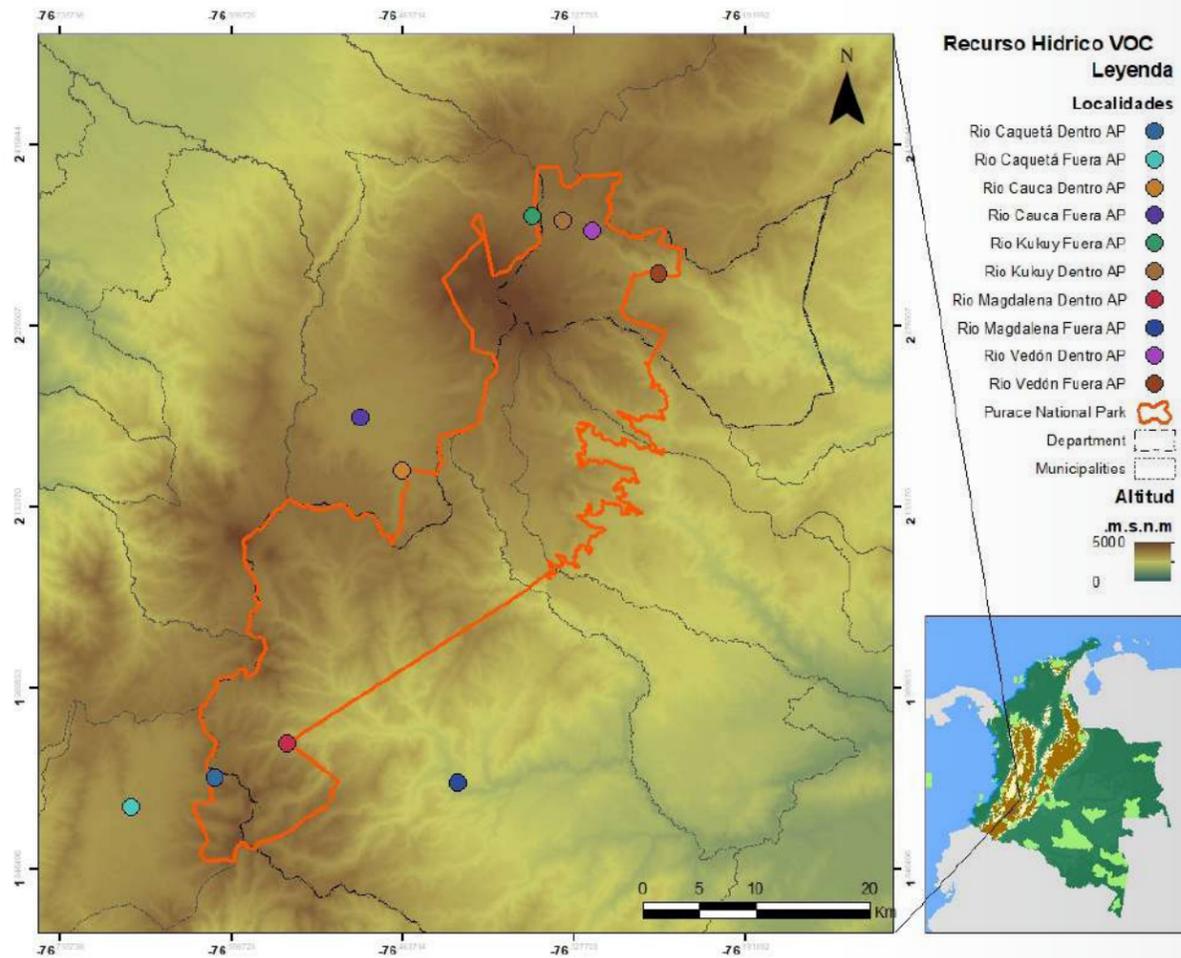
Fase de campo

Los muestreos de macroinvertebrados bentónicos se realizaron durante la temporada seca (marzo) y la temporada de lluvia (septiembre) en el año 2019. Para ello se utilizó una red de pantalla de 1 m². La captura se realizó mediante la remoción de 3 a 5 m del sustrato ubicado aguas arriba de la red de pantalla, en un tramo 10 veces más ancho que el lecho del río, pero no superior a 100 m. Los ejemplares capturados

fueron depositados en frascos de plástico debidamente rotulados con datos de localidad y fecha, y se preservaron en etanol al 70 %. Además, en planillas de campo se registraron datos relevantes de los puntos de muestreo como cobertura vegetal riparia, uso del suelo, tipos de sustrato, dinámica fluvial, régimen de velocidad del agua, condiciones atmosféricas, entre otros. Las coordenadas del punto de muestreo fueron tomadas con un GPS Garmin Map 64, en el sistema WGS 84 (Figura 2).

Figura 1

Ubicación de los puntos de evaluación de calidad hídrica de los ríos valor objeto de conservación del PNN Puracé



Nota: Fuente: Equipo PNN Puracé.

Figura 2

Puntos de muestreo en 1) río Caquetá dentro del área protegida; 2) río Caquetá fuera del área protegida; 3) río Cauca dentro del área protegida; 4) río Cauca fuera del área protegida; 5) río Kukuy dentro del área protegida; 6) río Kukuy fuera del área protegida; 7) río Magdalena dentro del área protegida; 8) río Magdalena fuera del área protegida; 9) río Vedón dentro del área protegida; 10) río Vedón fuera del área protegida.



Fase de laboratorio

La identificación taxonómica de los individuos capturados se realizó hasta el nivel de familia utilizando guías como Roldan-Pérez (1988) y Álvarez-Arango (2005), y un estereoscopio Amscope Se305r-pz. Una vez identificados los ejemplares, se separaron en tubos Eppendorf y Falcon (según el tamaño) debidamente rotulados y se preservaron con etanol al 70 %. Con los resultados se construyó una base de datos

por localidad con la información taxonómica y ecológica y se calculó el índice biótico BMWP adaptado por Zamora (2007), donde se asignaron valores de tolerancia a la contaminación a cada una de las familias desde 10 (menor tolerancia) a 1 (mayor tolerancia). La calidad del agua se clasificó comparando el valor obtenido de la sumatoria de los valores asignados a cada familia por localidad y los seis rangos o clases descritos en Zamora (2007) (Tabla 1).

Tabla 1

Clases, valores y características para aguas naturales clasificadas mediante el índice BMWP

CLASE	RANGO	CALIDAD	CARACTERÍSTICAS	COLOR DE REFERENCIA
I	≥ 121	Muy buena	Aguas muy limpias	Azúl oscuro
II	101 - 120	Buena	Aguas limpias	Azúl claro
III	61 - 100	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	Verde
IV	36 - 60	Dudosa	Aguas Contaminadas	Amarillo
V	16 - 35	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja
VI	≤ 15	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Nota: Zamora, 2007.

Resultados y discusión

Se registraron un total de 3244 individuos, distribuidos en 16 órdenes y 37 familias. De estas, 20 familias fueron las más abundantes, de las cuales Baetidae (40,66 %) Chironomidae (10,23 %) Perlidae (9,28 %), Aeolosomatidae (6,91 %) y Hydropsychidae (5,73 %) fueron las más representativas, mientras que 17 familias con abundancias menores a 10 individuos representaron el 1,79 % (Figuras 3 y 4). Durante la época seca se registró el mayor número de capturas (51,07 %).

Las localidades que contaron con mayor cantidad de registros durante los dos eventos de muestreo correspondieron al río Caquetá (fuera del área protegida, 17,77 %), seguido del río Vedón (fuera del área protegida, 17,27 %), el río

Kukuy (fuera del área protegida, 16,33 %) y el río Vedón (dentro del área protegida, 15,24 %). Durante la época seca, los ríos Kukuy (fuera del área protegida), Caquetá (fuera del área protegida) y Vedón (dentro del área protegida) presentaron la mayor abundancia, mientras que durante la época de lluvia fueron los ríos Vedón (fuera del área protegida) Vedón (dentro del área protegida) y Magdalena (fuera del área protegida).

Los valores de calidad hídrica aplicando el índice BMWP (Zamora, 2007) para cada uno de los ríos evaluados son descritos en la Tabla 2, donde se muestra que la época seca presentó calidades de agua más bajas que la época de lluvia, excepto para los ríos Kukuy (fuera del área protegida), Magdalena (dentro y fuera del área protegida)

Figura 3

Especímenes de macroinvertebrados acuáticos recolectados durante el monitoreo del año 2019 en el PNN Puracé



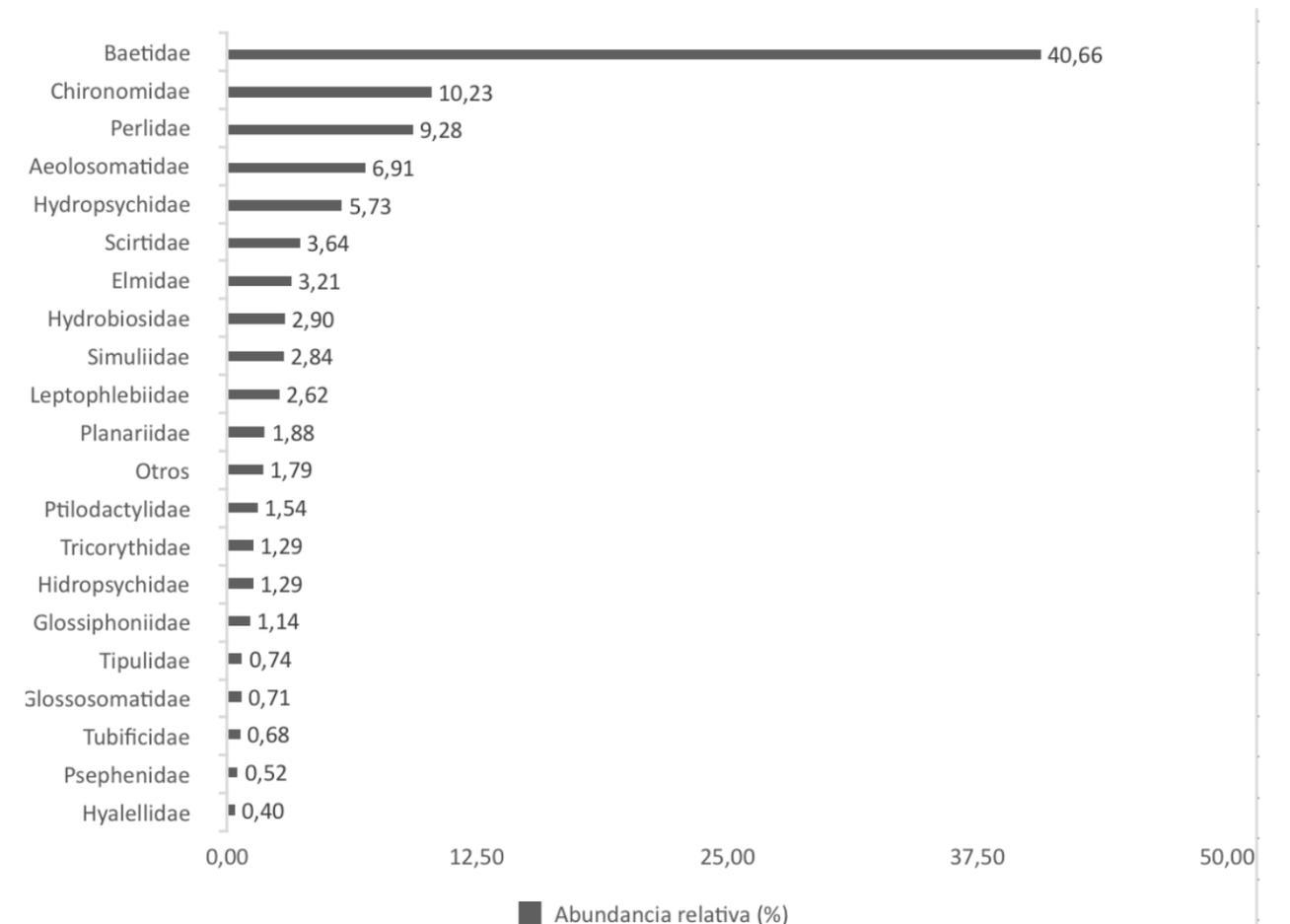
Nota: 1) Amphipoda-Hyaellidae, 2) Coleoptera-Elmidae, 3) Coleoptera-Psephenidae, 4) Coleoptera-Scirtidae, 5 y 6) Diptera-Blepharoceridae, 7) Diptera-Chironomidae, 8) Diptera-Simuliidae, 9) Diptera-Tabanidae, 10) Diptera-Tipulidae, 11) Ephemeroptera-Baetidae, 12) Ephemeroptera-Leptophlebiidae, 13) Glossiphoniformes-Glossiphoniidae, 14) Haplotaxida-Aeolosomatidae, 15) Lepidoptera-Pyalidae, 16) Neuroptera-Corydalidae, 17) Odonata-Aeshnidae, 18) Odonata-Calopterygidae, 19) Odonata-Polythoridae, 20) Tricladida-Planariidae, 21) Plecoptera-Perlidae, 22) Trichoptera-Calamoceratidae, 23) Trichoptera-Hydropsychidae, 24) Trichoptera-Hydrobiosidae, 25) Trichoptera-Hydropsychidae. Fuente: Equipo PNN Puracé.

que mantuvieron aguas de calidad aceptable durante los dos periodos, y el río Cauca (fuera del área protegida), el cual pasó de tener aguas de calidad dudosa a muy crítica. Estos cambios de calidad hídrica son producto de la diferencia de las familias de macroinvertebrados acuáticos registradas para cada época climática, la cual influye significativamente en la estructura de la comunidad de estos organismos (Zamora et al., 2007). La calidad de agua crítica y dudosa descrita para el río Cauca dentro del área protegida puede deberse a la ubicación del tramo de muestreo en el valle de Paletará, una zona con sustratos homogéneos, corrientes lentas y pendientes leves, lo cual limita la existencia de variedad de microhabitats e influye directamente en la presencia y abundancia de los macroinvertebrados acuáticos (Álvarez-Arango,

2005; Mosquera-Restrepo & Peña-Salamanca, 2019). En cambio, la baja calidad hídrica del río Cauca (fuera del área protegida) es debido a la localización del tramo de muestreo, el cual se encuentra aguas abajo del centro poblado de Paletará, donde ha recibido las aguas residuales domésticas que son vertidas directamente al cauce sin tratamiento alguno, y se ha evidenciado que la diversidad de macroinvertebrados y la calidad hídrica disminuye ante la presencia de este tipo de factores (Mosquera-Restrepo & Peña-Salamanca, 2019). Cabe resaltar que este tipo de diseño metodológico es adecuado, ya que los macroinvertebrados acuáticos son conocidos por ser sensibles a las características de los hábitats y responder rápido a los cambios en la calidad del agua (Roldan-Pérez, 2016).

Figura 4

Abundancia relativa de las diferentes familias registradas en los eventos de muestreo desarrollados en los ríos valor objeto de conservación del PNN Puracé durante el año 2019



Nota: Fuente Equipo PNN Puracé.

Tabla 2

Valor BMWP y calidad hídrica de los ríos evaluados según la temporada climática

LOCALIDAD	VALOR BMWP ÉPOCA SECA	CALIDAD HÍDRICA ÉPOCA SECA	VALOR BMWP ÉPOCA DE LLUVIA	CALIDAD HÍDRICA ÉPOCA DE LLUVIA
Río Cauca	41	Dudosa	26	Muy crítica
Río Cauca Dentro AP	30	Crítica	54	Dudosa
Río Caquetá Fuera AP	35	Crítica	40	Dudosa
Río Caquetá Dentro AP	35	Crítica	66	Aceptable
Río Kukuy Dentro AP	51	Dudosa	74	Aceptable
Río Kukuy Fuera AP	64	Aceptable	93	Aceptable
Río Magdalena Dentro AP	85	Aceptable	88	Aceptable
Río Magdalena Fuera AP	78	Aceptable	95	Aceptable
Río Vedón Dentro AP	64	Aceptable	102	Buena
Río Vedón Fuera AP	77	Aceptable	123	Muy buena

Dentro de las familias registradas (Figura 4) destacan Baetidae, encontrada en los diferentes cuerpos de agua evaluados, asociada a corrientes de flujo rápido y caudales moderados a rápidos, en ambientes con altas concentraciones de oxígeno disuelto y ricos en nutrientes (Forero-Céspedes et al., 2016); Perlidae, con organismos presentes en aguas no contaminadas (Mosquera-Restrepo & Peña-Salamanca, 2019) y registrados, dentro del PNN Puracé, en los ríos Magdalena, Kukuy y Vedón; y Leptophlebiidae, que ha sido reconocida como poco tolerante a la contaminación en diferentes sistemas de bioindicación en el mundo (Zamora, 2007), y fue registrada al interior del área protegida en los ríos Caquetá, Cauca y Magdalena. También destaca la familia Elmidae, un grupo de coleópteros acuáticos con distribución

cosmopolita, usualmente habitando rápidos de ecosistemas lóticos (Ottoboni-Segura et al., 2011), lo cual es evidente por la ausencia de registros en los ríos Cauca dentro del área protegida y Caquetá fuera del área protegida, ya que el primer río no presenta rápidos dentro del punto de muestreo y el segundo ha recibido las aguas residuales domésticas del pueblo de Valencia, Cauca, ubicado a 800 metros. Los registros de Hyalellidae tienen lugar en lugares donde hay presencia de plantas acuáticas y/o rocas, porque ellas les proveen biotopo y alimento (Acosta, 2009) como ocurre en los ríos Kukuy fuera del área protegida, Vedón dentro y fuera del área protegida y Cauca dentro del área protegida, y con contaminación orgánica, como el río Caquetá fuera del área protegida. La familia Tipulidae usualmente se encuentra

en hábitats como lodos o sedimentos con hojas u otros fragmentos orgánicos en alto grado de descomposición, así como zonas arenosas con sedimentos y poco profundas, y en algas que crecen en las rocas (Roldan, 1988), siendo estos hábitats registrados en los ríos Kukuy dentro y fuera del área protegida, Magdalena dentro del área protegida y Vedón fuera del área protegida. Se resalta el caso del río Vedón fuera del área protegida, ya que ha presentado deslizamientos naturales en octubre del 2018 a 5 km aguas arriba del punto de muestreo, lo cual le ha aportado gran cantidad de sedimentos y material vegetal en descomposición. Las diferencias en el registro de familias y sus abundancias entre las dos temporalidades pueden ser debido a la disimilitud del caudal, el flujo de la corriente y la diversidad de sustratos, ya que estos parámetros influyen en la presencia de estos organismos (Forero-Céspedes, 2018).

Es importante mencionar que las rondas hídricas de los ríos evaluados dentro del área protegida actualmente no presentan presiones antrópicas, lo cual es soportado por los informes de prevención, control y vigilancia del área protegida y los resultados obtenidos en la evaluación del estado de coberturas del PNN Puracé. En este sentido, se describe que el 99,7 % de las coberturas naturales para el año 2015 se encuentran en un estado deseable de

conservación a pesar de que el área protegida es atravesada por dos vías y un camino comercial precolombino (Bonilla & Roncancio-Duque, 2018). También es de resaltar que la implementación y eficacia de estos programas enfocados a la evaluación de la calidad del agua a partir de organismos bioindicadores dependen en gran medida de la identificación correcta de los diferentes grupos, y el conocimiento de su información ecológica y respuesta a la calidad ambiental del recurso hídrico, esto de acuerdo a las condiciones locales (parámetros físico-químicos, estado de las coberturas riparias, tipo de microhábitats y sustratos presentes, entre otros) de los cuerpos hídricos evaluados (Sánchez-Herrera, 2005). Ahora bien, dado que este tipo de información es escasa para el área protegida, se hace necesario una adaptación de este índice teniendo en cuenta la relación de estos organismos con las condiciones presentes en los ecosistemas del PNN Puracé. Cabe sugerir que los órdenes Diptera, Odonata y Hemiptera, junto a los moluscos y los anélidos, son taxones que podrían suministrar información valiosa desde el punto de vista de la bioindicación y donde la carencia de información taxonómica más detallada, lleva a generalizaciones e interpretaciones erradas acerca de su potencial como bioindicadores de la calidad del agua (Roldan-Pérez, 2016).

Conclusiones

Se registraron un total de 3244 individuos, distribuidos en 16 órdenes y 37 familias, de las cuales las familias más abundantes fueron Baetidae, Chironomidae y Perlidae.

Se presentaron diferencias en la calidad hídrica según la temporalidad del muestreo. Se observó, en este sentido, una tendencia de mejoría de la calidad de aguas para la época de lluvia.

Las estaciones de muestreo evaluadas que presentaron mejor calidad hídrica corresponden al río Vedón (fuera del área protegida) con

aguas de calidad muy buena, el río Vedón / dentro del área protegida) con aguas buenas, mientras que los ríos Magdalena (fuera del área protegida), Kukuy (fuera del área protegida), Magdalena (dentro del área protegida), Kukuy (dentro del área protegida) y Caquetá (dentro del área protegida) presentaron aguas de calidad aceptable.

No se registraron presiones antrópicas que estén afectando el recurso hídrico de manera significativa dentro del área protegida.

Agradecimientos

A Parques Nacionales Naturales de Colombia y la Dirección Territorial Andes Occidentales por su asesoramiento y apoyo en los diseños metodológicos. A las comunidades indígenas de

Paletará y Papallaqta junto a los campesinos de Puerto Quinchana por su acompañamiento. A los evaluadores por sus comentarios y sugerencias oportunas.

Referencias

- Acosta, C. (2009). *Estudio de la cuenca altoandina del río Cañete (Perú): distribución altitudinal de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y caracterización hidroquímica de sus cabeceras cársticas*. [Tesis de doctorado no publicada]. Universitat de Barcelona.
- Álvarez-Arango, L.F. (2005). *Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Contrato No. 05-01-24843-0424PS. Desarrollar una metodología para la evaluación de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de los recursos hidrobiológicos – Proyecto Andes*. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt.
- Bonilla Valencia, J., Roncancio Duque, N. (2018). *Línea base de monitoreo de coberturas del Parque Nacional Natural Puracé. Documento adjunto al Plan de manejo 2018-2023 del PNN Puracé*. Dirección Territorial Andes Occidentales-Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Bonilla Valencia, J.M., & Roncancio Duque, N.J. & Pisso Flórez, G.A. (2019). *Programa de monitoreo del Parque Nacional Natural Puracé. Documento adjunto al Plan de manejo 2020-2024 del PNN Puracé*. Dirección Territorial Andes Occidentales-Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Forero-Céspedes, A.M., Gutiérrez, C. & Reinoso-Flórez, G. (2016). Composición y estructura de la familia Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) en una cuenca andina colombiana. *Hidrobiológica*, 26 (3), 459-474.
- Mosquera-Restrepo, D. & Peña-Salamanca, E. J. (2019). "Ensamblaje" de macroinvertebrados acuáticos y su relación con variables fisicoquímicas en un río de montaña en Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 67(6), 1235-1246.
- Ottoboni-Segura, M., Valente-Neto, F., & Fonseca-Gessner, A. (2011). Elmidae (Coleoptera, Byrrhoidea) larvae in the state of São Paulo, Brazil: Identification key, new records and distribution. *Zookeys*, 151, 53-74.
- Parques Nacionales Naturales. (2020). *Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Puracé*. Dirección Territorial Andes Occidentales.
- Roldán-Pérez, G. (1988). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Fondo FEN, Colciencias, Universidad de Antioquia.
- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254-274.
- Sánchez Herrera, M. J. (2005). El índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party score), modificado y adaptado al cauce principal del río pamplonita norte de Santander. *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 3 (2), 54-67.
- Zamora, H. (2000). Adaptación del índice BMWP para la evaluación biológica de la calidad de las aguas epicontinentales en Colombia. *Unicauca Ciencia*, 4, 47-59.
- Zamora, H. (2007). El índice BMWP y la evaluación biológica de la calidad del agua en los ecosistemas acuáticos epicontinentales naturales de Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 19, 73-81.
- Zamora, G. H., Sandoval, J. A., Vásquez, G. L., Naundorf, G., Zambrano, L. & González, J. (2011). Estructura de la comunidad de macroinvertebrados y caracterización de la calidad del agua mediante bioindicación en la cuenca baja del río ovejas. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 24, 81-89.



Foto: Gustavo Pisso



Foto: Santiago Toro

Investigación y conservación de plantas medicinales Cofán desde el Santuario de Flora Plantas Medicinales Orito Ingi Ande



Foto: Santiago Toro

Óscar Mauricio Jaimes

Biólogo. Profesional de Investigación y Monitoreo. Santuario de Flora Plantas Medicinales Orito Ingi Ande. Parques Nacionales Naturales de Colombia. omjaimes@gmail.com

María Taimal

Facilitadora Cofán. Santuario de Flora Plantas Medicinales Orito Ingi Ande. Parques Nacionales Naturales de Colombia. mtaimal.2014@gmail.com

Claudina Tisoy-Agreda

Exfuncionaria. Santuario de Flora Plantas Medicinales Orito Ingi Ande. Parques Nacionales Naturales de Colombia. cltisoy@gmail.com

Research and Conservation of Cofán Medicinal Plants from Orito Ingi Ande Sanctuary of Flora Medicinal Plants

RESUMEN

En el 2008 fue declarado el Santuario de Flora Plantas Medicinales Orito Ingi Ande para aportar a la permanencia de plantas de uso medicinal y a las prácticas tradicionales de los pueblos asociados a la Cultura del Yagé. El Santuario desarrolla un proceso de investigación y conservación de plantas medicinales alrededor de las nasipas (huertas de plantas medicinales en lengua Cofán) con la participación de aprendices de la medicina tradicional, operarios miembros de las comunidades y médicos tradicionales. La investigación identifica las plantas medicinales, usos y conocimiento ecológico tradicional a través de entrevistas y recorridos etnobotánicos. Durante las actividades de investigación se han identificado 204 especies de interés medicinal. La conservación se realiza mediante un proceso de colecta, reproducción o endurecimiento *ex situ* y siembra en las nasipas de propágulos o individuos de plantas que han

sido priorizadas por los sabedores por su importancia medicinal y porque se reconocen como ausentes o escasas en sus territorios. Un total de 57 especies han sido colectadas del Santuario, su zona de influencia o de otras nasipas, de las cuales 25 se han propagado en los viveros del Santuario. Se estima que se han colectado más de 1000 propágulos y han sido entregadas a las comunidades aproximadamente 400 plantas. Este proceso ha permitido consolidar una línea base de investigación de plantas medicinales para el Santuario, enriquecer y conservar la diversidad de plantas en las nasipas, estimular la transmisión y el diálogo de saberes, fortalecer las relaciones entre la institución y la comunidad, y el liderazgo de los participantes.

Palabras clave: conocimiento ecológico tradicional, conservación, huerta medicinal, plantas medicinales, propagación

ABSTRACT

Medicinal Plants Orito Ingi-Ande Flora Sanctuary was declared, in 2008, to contribute to medicinal plants and traditional practices of "Yage Culture" conservation. This Sanctuary develops a process of research and conservation of *nasipas* (medicinal plants home gardens, in Kofan language), with the participation of traditional medicine trainees, community park rangers, members of the community, and traditional healers. The research identifies medicinal plants, uses, and traditional ecological knowledge through interviews and ethnobotanical hikes. Through research, 204 species of medicinal interest were identified. Conservation is carried out through a process of collection, *ex situ* propagation, and planting in the *nasipas* of propagules or plants individuals that have been prioritized by healers for its medicinal importance and absence or shortage in their territory. A total of 57 species have been collected from the Sanctuary, its surrounding area or from *nasipas*, of which 25 have propagated in the Sanctuary nurseries. We estimated that more than 1000 propagules have been collected and that approximately 400 plants have been delivered to the communities. These efforts have allowed the consolidation of research baseline of Sanctuary medicinal plants, enriching and conserving plants diversity in the *nasipas* by stimulating the transmission and dialogue among knowledge, strengthening relations between Institution and community, and enhancing the leadership of the participants.

Keywords: traditional ecological knowledge, conservation, medicinal home garden, medicinal plants, propagation

Introducción

El noroeste de la Amazonía es uno de los lugares con mayor diversidad del planeta (Finer et al., 2008) y el hogar de muchos pueblos indígenas que requieren del bosque para su subsistencia (Gray et al., 2008; Vandebroek et al., 2004). Las plantas medicinales son uno de los recursos del bosque más usados por las comunidades en la Amazonía (Bennett, 1992) y actualmente continúan siendo utilizadas para el tratamiento a diversas sintomatologías y enfermedades (Shanley & Luz, 2003). Sin embargo, en esta región los conocimientos asociados al manejo de las plantas se encuentran poco documentados y en peligro de desaparecer (Cámara-Leret et al., 2014), debido no solo al contacto de las comunidades con la cultura moderna sino a la desaparición y deterioro de los bosques de los cuales subsisten (Fitton, 1999; Reyes-García et al., 2013; Weldegerima, 2009).

Particularmente, el pueblo Cofán, habitante de esta región, es reconocido por su amplio conocimiento sobre el uso medicinal de las plantas (Ministerio de Cultura, 2010) y en el que el ritual del yagé es considerado como eje fundamental de su cultura (Ceballos-Medina, 2010). Desde el inicio de la colonización de sus territorios este pueblo ha tenido que enfrentar profundos cambios devenidos de acontecimientos históricos que van desde el sometimiento para trabajar en la explotación del caucho y la evangelización (Navia, 2013; Pineda, 2003) y, más recientemente, la ocupación de sus territorios por colonos, la extracción de hidrocarburos, la construcción de vías, los cultivos de uso ilícito, su erradicación forzosa y la presencia de actores armados (Ministerio de Cultura, 2010; Salinas, 2011; Tenthoff, 2007). Estos hechos han traído consigo la reducción de su población, el desplazamiento forzado, la transformación de los ecosistemas de los que dependen y sus formas propias de manejo, el distanciamiento de sus prácticas culturales y el debilitamiento de su medicina tradicional y de los saberes que en ella están implícitos (Auto No. 004, 2009; Navia, 2013; Pineda, 2003).

A razón de estas amenazas a la persistencia de su cultura y de posibilidad cada vez más reducida de contar con áreas naturales para el desarrollo de sus tradiciones, se crea, como iniciativa de los médicos tradicionales y con el apoyo de la academia y distintas ONG, el área protegida Santuario de Flora Plantas Medicinales Orito Ingi Ande (SFPMOIA), que significa en lengua Cofán "nuestro territorio". El Santuario incluye dentro de sus objetivos de conservación contribuir con la permanencia de las plantas de uso medicinal y garantizar la permanencia de un espacio natural para la preservación de la "Cultura del Yagé" a la que pertenece el pueblo Cofán (Resolución 0996, 2008).

Una de las estrategias de conservación que adelanta el Santuario ha sido el apoyo para el establecimiento y diversificación de los jardines o huertas medicinales (*nasipa sehepa* en lengua Cofán), los cuales junto a los bosques son los sitios de los cuales los cofanes obtienen y manejan plantas medicinales (Cerón, 1995). Los huertos medicinales de los Cofán son homólogos a los *homegardens*, sitios de manejo reconocidos por albergar una amplia diversidad de plantas de uso medicinal (Galluzzi et al., 2010; Huai & Hamilton, 2009; Rao & Rao, 2006) y jugar un papel crucial en la conservación de estos recursos (Caballero-Serrano et al., 2019; Coomes & Ban, 2004).

Particularmente, la estrategia de conservación del Santuario se ha basado en un proceso de gestión del conocimiento y conservación de plantas medicinales en el que desde un enfoque intercultural el equipo del área protegida ha documentado las plantas medicinales presentes en tres comunidades cofanes, sus usos y conocimientos asociados y ha realizado la búsqueda y colecta en el Santuario y su zona de influencia de las plantas que los médicos tradicionales (Taitas y Abuelas) han priorizado por ser escasas o estar ausentes en sus territorios. Las plantas colectadas son endurecidas, es decir,

preparadas para soportar condiciones de estrés al ser plantadas en condiciones diferentes a las de su hábitat (Fernández-Martínez, 2008) en el caso de las plantas que no se pudieron propagar en los viveros del Santuario y son entregadas a los médicos tradicionales y aprendices en las comunidades para su establecimiento en las huertas.

Igualmente, esta estrategia de conservación se ha gestado con la participación de aprendices

de la medicina tradicional y desde un enfoque de diálogo de saberes entre institución y comunidad. En este sentido, se ha considerado relevante para la gestión del área protegida la consolidación de un proceso pertinente para las comunidades que, además, permita fortalecer sus capacidades de liderazgo y gestión para la salvaguarda de su cultura y la conservación de la biodiversidad que la sustenta.

Métodos

Área de estudio

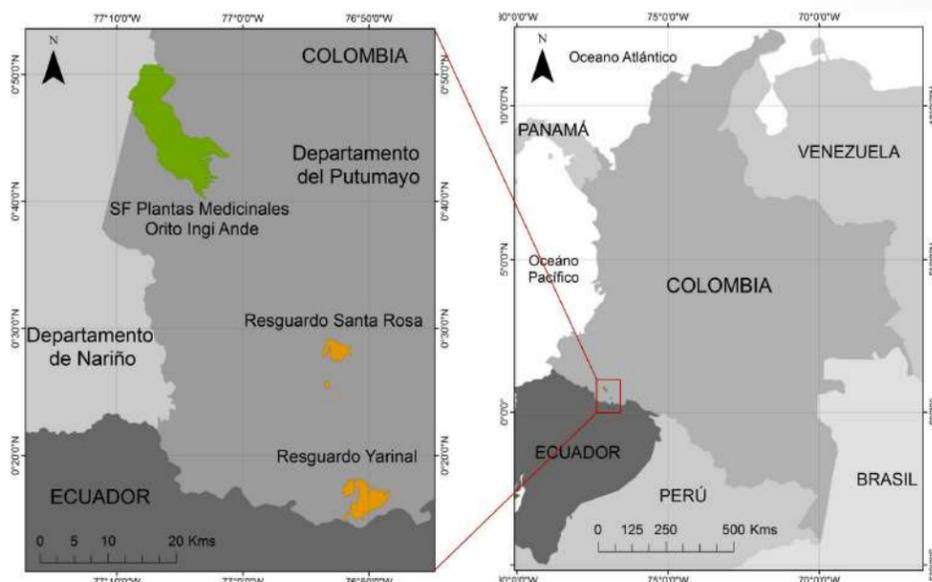
La documentación de las plantas medicinales presentes en las huertas medicinales y la entrega de las plantas priorizadas se ha realizado en los Resguardos Indígenas Cofanes de Santa Rosa del Guamuez, Yarinal y Afilador, área de influencia del Santuario (Figura 1), en los cuales han participado 18 médicos tradicionales y aprendices. Estas comunidades se encuentran en los municipios de Valle del Guamuez y San Miguel (departamento del Putumayo), a una altitud que va de los 270 a 350 m s.n.m. y en la que predominan los ecosistemas amazónicos de zonobioma húmedo tropical de la Amazonía-Orinoquía

y helobioma de la Amazonia-Orinoquía (Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonía Colombiana, 2014).

Por su parte, la colecta de plantas se ha realizado al interior del Santuario en la zona de restauración y en el sector sur de su zona de influencia en la Vereda El Líbano, el predio Cofán Iyu Ande y el sector conocido como La Isla; los bosques visitados están inmersos dentro de la misma matriz natural del piedemonte amazónico putumayense en la que se ubica el Santuario y se encuentran a una altitud que va de los 700 a los 1000 m s.n.m. en el "zonobioma húmedo tropical del piedemonte Nariño-Putumayo" (SFPMOIA, 2019).

Figura 1

Localización general del Santuario y los Resguardos Cofanes de Santa Rosa del Guamuez, Yarinal y Afilador



Documentación de plantas medicinales

La documentación inició en el año 2014 y se generó a partir de entrevistas semiestructuradas a los médicos tradicionales en las huertas de plantas medicinales, talleres y recorridos etnobotánicos en huertas y área dispuestas para la tenencia y manejo de las plantas. La información obtenida es sistematizada en documentos y bases de datos, y es retroalimentada con el equipo del Santuario en reuniones y talleres. Por su parte, la determinación taxonómica de las plantas se ha realizado a partir de la consulta de herbarios virtuales y con ayuda del Herbario Nacional Amazónico (COAH) del Instituto SINCHI a través de la comparación con individuos depositados en su colección.

Colecta, propagación y entrega de plantas medicinales

La búsqueda y colecta de plantas se ha desarrollado a partir de recorridos libres por los bosques de las zonas mencionadas; cuando son colectados individuos enteros, se conserva el cespedón y el transporte se realiza en costales con el fin de evitar la desecación y el daño a la parte aérea de las plantas. Algunas plantas

y propágulos han sido colectadas con previo consentimiento de los médicos tradicionales.

El endurecimiento y propagación de las plantas colectadas se realizó en los viveros establecidos en la Cabaña (Vereda El Líbano) y en la sede administrativa (casco urbano del municipio de Orito) bajo un manejo desde el conocimiento tradicional. Estos viveros cuentan con cobertura de polisombra y composteras. Tanto las instalaciones como las plantas y los propágulos reciben mantenimiento periódico de parte del equipo del Santuario.

La entrega de las plantas se realiza cada vez que se cuenta con material suficiente y en condiciones aptas para llevar a las comunidades, para ello se visitan las viviendas de los médicos tradicionales y en lo posible se apoya con el establecimiento de las plantas en sus huertas o sitios que destinen para sembrarlas. En total se han realizado 15 ingresos a las comunidades tanto para documentar como para entregar plantas medicinales propagadas. Igualmente, se han realizado tres talleres para la trasmisión e intercambio de saberes entre abuelas, aprendices de la medicina y el equipo del Santuario. Por su parte, a través de conversatorios y talleres, el equipo del Santuario ha destacado desde su percepción los logros del proceso en relación con la participación de las comunidades.

Resultados y discusión

Resultados cuantitativos

Respecto al componente de investigación (Tabla 1), desde el año 2014 hasta la fecha ha sido posible documentar en las *nasipas* de los tres Resguardos, 204 especies de plantas con sus usos, formas de preparación de las medicinas y algunos aspectos del conocimiento ecológico relacionado a su hábitat, formas de propagación y de manejo. El número de especies documentados durante el proceso contrasta con otros trabajos realizados con este mismo pueblo. Así, por ejemplo, Schultes (1988) reporta que en la *Etnoecología de los Cofanes*

de Pinkley (1973) fueron halladas al menos 80 especies de plantas con uso medicinal; por su parte, Cerón (1995) reportó 72 especies medicinales con los Cofanes de Dureno (Ecuador) y, más recientemente, Pérez-Vera (2008) identificó 55 especies con usos medicinales en los Resguardos Cofán de Colombia. Los nombres vernáculos de las etnoespecies, sus identidades taxonómicas, usos y demás conocimientos se han documentado en el marco de acuerdos con las autoridades de los Resguardos. No obstante, es necesario considerar un nuevo acuerdo para su publicación y divulgación por fuera de las comunidades.

Tabla 1

Relación del número de especies en el proceso de investigación y conservación de plantas medicinales de los Cofanes del SFPMOIA

ACTIVIDAD	Num. ESPECIES
Especies documentadas por el equipo del SFPMOIA	204
Identificación taxonómica	115
nivel de especie	47
nivel de género	17
nivel de familia	25
Indeterminadas	
Colectadas en el Santuario y la zona de influencia	28
Colectadas en las comunidades	29
Propagadas con éxito	25
Endurecidas y adaptadas (sin éxito en propagación)	24
Entregadas en las comunidades	31

En cuanto al componente de conservación, durante los recorridos y las visitas a las comunidades se han colectado 57 especies de plantas y un aproximado de 1000 individuos y/o propágulos como semillas o esquejes, con el objeto de ser establecidas en los viveros y de ser propagadas. A la fecha se ha obtenido un éxito del 85 % en la adaptación de las mismas a las condiciones de vivero. Por su parte, de las 25 que han sido propagadas con éxito casi la totalidad ha sido por reproducción vegetativa. Las plantas que no han podido ser propagadas son endurecidas en los viveros para ser llevadas a las comunidades en condiciones de desarrollo y sanidad que permita su supervivencia. Una de las mayores dificultades en los intentos de domesticación y propagación de plantas medicinales provenientes del bosque, es el desconocimiento del método correcto a implementar (Motlhanka & Makhabu, 2011).

Por otra parte, un aproximado de 400 individuos o propágulos pertenecientes a 31 especies han sido entregadas en las comunidades

de Santa Rosa del Guamuez y Yarinal. En visitas posteriores se han observado tanto adaptaciones exitosas como mortalidad del material. Esto puede deberse a varios factores que han sido documentados como dificultades propias de la vejez para el cuidado de las *nasipas*, desconocimiento sobre el manejo *ex situ* de la planta, situaciones naturales como depredación por insectos, sequía o caída de ramas y erradicación de las mismas durante trabajos de mantenimiento por desconocimiento de miembros de la familia.

Relacionamiento y liderazgo para la conservación

Además de los resultados cuantitativos, se destacan diferentes logros que han facilitado la gestión del área protegida en torno a la conservación de plantas medicinales y el relacionamiento con las comunidades, elemento fundamental para la continuidad y buen desarrollo del proceso.

Fortalecimiento de capacidades de los facilitadores

La política de participación social en la conservación resalta la importancia de la cualificación del equipo humano de los Parques Nacionales que permita el liderazgo y coordinación de actividades participativas desde un proceso educativo permanente basado en el diálogo de saberes y la valoración de los conocimientos y capacidades de los funcionarios y las comunidades (Parques Nacionales Naturales, 2001). En ese sentido, la vinculación como facilitadores y la participación a lo largo del proceso de aprendices de la medicina tradicional pertenecientes a las comunidades les ha permitido, además de ampliar su conocimiento sobre las plantas medicinales y la importancia de su conservación tanto desde la perspectiva tradicional como occidental, fortalecer sus capacidades para gestionar, liderar y facilitar el proceso de conservación de plantas medicinales en las comunidades.

Construcción del relacionamiento con las comunidades

La construcción de confianza con las comunidades ha sido uno de los principales logros del proceso. Este puede atribuirse a varios factores en los que se destacan: el buen liderazgo de los facilitadores en sus comunidades; la comunicación asertiva de los alcances, razón de ser e intereses de conservación del Santuario; y la pertinencia de las actividades realizadas que se

aprecia en el reconocimiento de las comunidades a los esfuerzos del equipo del Santuario en las tareas que permiten el enriquecimiento de la diversidad de plantas de sus huertas.

Espacios para la trasmisión de saberes

Los encuentros del equipo con las abuelas Cofán estimulan el diálogo y la trasmisión de saberes acerca de las plantas y la medicina tradicional, puesto que se generan espacios en los que los abuelos comunican sus saberes y anécdotas, estimulan la memoria y se sienten escuchados y valorados. Estos encuentros se realizan en torno a la huerta (*nasipa*) y casi siempre participan familiares de los médicos quienes se interesan en escuchar, compartir sus experiencias y conocer más del papel de la Institución.

Al igual que en otras comunidades de la Amazonía, el conocimiento se transmite de generación en generación desde una visión holística que integra cultura, ecología y espiritualidad (Jauregui et al., 2011). Además de esta trasmisión vertical de conocimientos en la familia, también se puede dar horizontalmente mediante el intercambio de saberes con sus similares (Ladio & Lozada, 2001; Vandebroek et al., 2004) o, de forma oblicua, es decir, de una generación a otra, pero no necesariamente entre miembros de la misma familia, sino a través de la relación maestro-aprendiz (Leonti, 2011), conocidos mejor como "seguidores de la medicina" entre la cultura Cofán.

Conclusiones

El desarrollo de esta estrategia de conservación que trasciende el ámbito geográfico del Santuario se justifica en el hecho de que al interior del área protegida estas plantas se encuentran en buen estado de conservación, pero su existencia en otros territorios y los conocimientos que les dan sentido están en peligro de desaparecer. Ante las dificultades de los médicos tradicionales para recorrer el Santuario, la propagación y entrega de plantas a las comunidades representa una forma en la que se acerca el SFPMOIA a las comunidades y se fortalece

su reconocimiento como territorio para la salvaguarda de su cultura e identidad.

Tanto la investigación etnobotánica y la propagación *ex situ* de plantas medicinales son consideradas como estrategias recomendadas para su conservación y la persistencia de su uso (World Conservation Union, World Health Organization & World Wide Fund for nature, 1993). La participación de miembros de las comunidades, el fortalecimiento de sus capacidades como líderes y el diálogo de saberes que rige el proceso son factores determinantes en

la continuidad y éxito del mismo. No obstante, aunque el proceso se considera exitoso, es pertinente avanzar en el conocimiento del impacto de las acciones de conservación que ha implementado el Santuario y otras instituciones en la conservación de la medicina tradicional y el uso y manejo de la biodiversidad vegetal.

En ese sentido, los resultados de este proceso permiten consolidar una línea base de conocimientos y de avances en el relacionamiento los cuales serán primordiales para la construcción conjunta de una estrategia de monitoreo participativa que permita además de evaluar las acciones de conservación implementadas por el SFPMOIA en la comunidad, avanzar en el conocimiento del estado de conservación de las plantas tanto en el área protegida como en los

Resguardos y las características de los saberes, prácticas y formas propias de uso y manejo de las mismas.

La amplia diversidad de plantas documentadas en relación con otros estudios puede ser atribuida a múltiples factores que merecen ser profundizados con el fin de comprender mejor las transformaciones del conocimiento y uso de la biodiversidad ante el cambio cultural que viven las comunidades. Igualmente, es pertinente ahondar más en las características del manejo *ex situ* de las plantas y su propagación y su relación con las formas de manejo y apropiación de las comunidades a la luz de las lógicas y particularidades culturales implícitas en la tenencia y domesticación de plantas en sus huertas.

del Santuario y guardaparques voluntarios, y al equipo de la Dirección Territorial Amazonía por su respaldo. A ACT Colombia y a GEF Corazón de la Amazonía por su colaboración.

Agradecimientos

A las autoridades tradicionales y políticas, abuelas y seguidoras y seguidores de la medicina tradicional de los Resguardos Cofanes de Santa Rosa del Guamuez, Yarinal y Afilador por su hospitalidad e interés en el proceso. Al equipo

Referencias

- Bennett, B. C. (1992). Plants and People of the Amazonian Rainforests. *BioScience*, 42(8), 599–607. <https://doi.org/10.2307/1311925>
- Caballero-Serrano, V., McLaren, B., Carrasco, J. C., Alday, J. G., Fiallos, L., Amigo, J., & Onaindia, M. (2019). Traditional ecological knowledge and medicinal plant diversity in Ecuadorian Amazon homegardens. *Global Ecology and Conservation*, 17, e00524. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00524>
- Cámara-Leret, R., Paniagua-Zambrana, N., Balslev, H., & Macía, M. J. (2014). Ethnobotanical knowledge is vastly under-documented in northwestern South America. *PLoS ONE*, 9(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085794>
- Ceballos-Medina, M. (2010). *Plan Salvaguarda del Pueblo Cofán*. Documento inédito.
- Cerón, C. E. (1995). *Etnobiología de los Cofanes de Dureno*. Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales.

- Corte constitucional Colombiana (2009, enero 26). Auto No. 004 de 2009. <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2009/6981.pdf>
- Coomes, O. T., & Ban, N. (2004). Cultivated plant species diversity in homegardens of an Amazonian peasant village in northeastern Peru. *Economic Botany*, 58(3), 420–434.
- D. Pérez-Vera. (2008). *Propuesta de ordenamiento territorial y manejo ambiental del Pueblo Cofán y Cabildos Indígenas del Valle del Guamuez y San Miguel (Putumayo)*. Fundación ZIO-A'i, WWF.
- Fernández Martínez, M. (2008). Endurecimiento en Vivero de Especies Leñosas Mediterráneas Destinadas a Plantación Forestal. *Cuad. La Soc. Española Ciencias For.*, 24, 13–24.
- Finer, M., Jenkins, C. N., Pimm, S. L., Keane, B., & Ross, C. (2008). Oil and gas projects in the Western Amazon: Threats to wilderness, biodiversity, and indigenous peoples. *PLoS ONE*, 3(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002932>

- Fitton, L. J. (1999). *Is Acculturation Healthy?: Biological, Cultural, and Environmental Change among the Cofán of Ecuador* (Tesis de disertación). Recuperada de <https://etd.ohiolink.edu/>
- Galluzzi, G., Eyzaguirre, P., & Negri, V. (2010). homegardens: Neglected Hotspots of Agro-Biodiversity and Cultural Diversity. *Biodiversity and Conservation*, 19(13), 3635–3654. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9919-5>
- Gray, C. L., Bilsborrow, R. E., Bremner, J. L., & Lu, F. (2008). Indigenous Land Use in the Ecuadorian Amazon: A Cross-cultural and Multilevel Analysis. *Human Ecology*, 36(1), 97–109. <https://doi.org/10.1007/s10745-007-9141-6>
- Huai, H., & Hamilton, A. (2009). Characteristics and functions of traditional homegardens: a review. *Frontiers of Biology in China*, 4(2), 151–157. <https://doi.org/10.1007/s11515-008-0103-1>
- Jauregui, X., Clavo, Z. M., Jovel, E. M., & Pardo-De-Santayana, M. (2011). “Plantas con madre”: Plants that teach and guide in the shamanic initiation process in the East-Central Peruvian Amazon. *Journal of Ethnopharmacology*, 134(3), 739–752. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.01.042>
- Ladio, A. H., & Lozada, M. (2001). Nontimber forest product use in two human populations from northwest Patagonia: a quantitative approach. *Human Ecology*, 29(4), 367–380.
- Leonti, M. (2011). The future is written: Impact of scripts on the cognition, selection, knowledge and transmission of medicinal plant use and its implications for ethnobotany and ethnopharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*, 134(3), 542–555. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.01.017>
- Ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial. 2008. *Resolución 0996*.
- Ministerio de Cultura. (2010). *Cofán, sabios y maestros del mundo espiritual*.
- Motlhanka, D. M., & Makhabu, S. W. (2011). Medicinal and edible wild fruit plants of Botswana as emerging new crop opportunities. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(10), 1836–1842.
- Navia, Á. (2013). *Petróleo en Colombia: entre el crecimiento económico y la amenaza a pueblos originarios*. FLACSO Sede Quito-Ecuador.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2001). *Política de Participación Social en la Conservación*. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales.

- Pineda, R. (2003). La Casa Arana en el Putumayo. El caucho y el proceso esclavista. *Revista Credencial Historia*, 160, 97-98.
- Rao, M. R., & Rao, B. R. R. (2006). Medicinal plants in tropical homegardens. In *Tropical Homegardens* (pp. 205–232). Springer.
- Reyes-García, V., Guèze, M., Luz, A. C., Paneque-Gálvez, J., Macía, M. J., Orta-Martínez, M., Pino, J., & Rubio-Campillo, X. (2013). Evidence of traditional knowledge loss among a contemporary indigenous society. *Evolution and Human Behavior: Official Journal of the Human Behavior and Evolution Society*, 34(4), 249–257. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2013.03.002>
- Salinas, C. (2011). Colonization and resistance: Oil, war, and the ongoing attempt to destroy the Kofan people of Colombia. *South Atlantic Quarterly*, 110(2), 363–383.
- Schultes, R.E. (1988). Ethnopharmacological conservation: a key to progress in medicine. *Acta Amazonica*, 18, 393–406.
- SFPMOIA. (2019). *Plan de Manejo 2019 - 2024*. Dirección Territorial Amazonía, Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Shanley, P., & Luz, L. (2003). The Impacts of Forest Degradation on Medicinal Plant Use and Implications for Health Care in Eastern Amazonia. *BioScience*, 53(6), 573–584. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2003\)053\[0573:TIOFDO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[0573:TIOFDO]2.0.CO;2)
- Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonía Colombiana. (2014). *Ecosistemas acuáticos y terrestres de la Amazonía Colombiana, versión 1*. Instituto Sinchi.
- Tenthoff, M. (2007). *Coca, petróleo y conflicto en territorio cofán | Transnational Institute*. <https://www.tni.org/es/publicacion/coca-petroleo-y-conflicto-en-territorio-cofan>
- Vandebroek, I., Van Damme, P., Van Puyvelde, L., Arrazola, S., & De Kimpe, N. (2004). A comparison of traditional healers' medicinal plant knowledge in the Bolivian Andes and Amazon. *Social Science & Medicine*, 59(4), 837–849. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2003.11.030>
- Weldegerima, B. (2009). Review on the importance of documenting ethnopharmacological information on medicinal plants. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 3(9), 400–403.
- World Conservation Union (IUCN); World Health Organization (WHO); World Wide Fund for nature (WWF). (1993). *Guidelines on the conservation of medicinal plants*. World Conservation Union (IUCN).



Foto: Yulieth Ávila

Distribución geográfica y principales afectaciones antrópicas y naturales de las especies de *Espeletia* en el Parque Nacional Natural Sumapaz



Foto: Javier Garzón

Yulieth N. Ávila-Pinto

Bióloga. Profesional de monitoreo e investigación. Parque Nacional Natural Sumapaz. Parques Nacionales Naturales de Colombia
yuliethapinto@gamil.com

Marco E. Pardo-Pardo

Jefe de área protegida. Parque Nacional Natural Sumapaz. Parques Nacionales Naturales de Colombia
marco.pardo@parquesnacionales.gov.co

Néstor Espejo

Consultor
Grupo de Investigación en Biotecnología y Medio Ambiente, Universidad INCCA de Colombia y Fundación Humedales.
nestoraulespejo@gmail.com

Geographic Distribution and Main Anthropic and Natural Affectations of the *Espeletia* Species in the Sumapaz National Natural Park

RESUMEN

Entre los Valores Objeto de Conservación del Parque Nacional Natural Sumapaz se encuentran priorizados los frailejones por su importancia en el bioma páramo, su distribución restringida y el poco conocimiento biológico y ecológico de sus especies. Para atender estos vacíos de información, se implementó el protocolo de generación de línea base de frailejones de Parques Nacionales Naturales y, desde el 2018, se han realizado 41 levantamientos de vegetación y se revisaron cerca de 270 registros biológicos para determinar la distribución y las afectaciones a los individuos del género *Espeletia* dentro del área protegida. Se identificaron siete especies, cuatro endémicas de la región Sumapaz y tres exclusivas de Colombia. Dos de estas especies se encuentran en categoría de amenaza vulnerable (VU),

dos casi amenazadas (NT) y tres en preocupación menor (LC). *Espeletia grandiflora* es la especie de distribución más amplia con un Área de Ocupación (AOO) cercana a 83000 ha. En contraste, *Espeletia tapirophila* está restringida a una única localidad. Más del 60 % de los individuos evaluados presentan evidencias de afectaciones naturales y antrópicas. Estos resultados permitieron priorizar las especies *E. tapirophila*, *E. summapacis*, *E. cabrerensis* y *E. miradorensis* por su endemismo, distribución restringida y alta afectación por presiones antrópicas y naturales, haciendo más vulnerable a sus poblaciones. Por lo cual, se requiere de un constante monitoreo y medidas de manejo para su conservación.

Palabras clave: Área de Ocupación, Frailejones, Páramo.

ABSTRACT

Among Sumapaz National Natural Park's Value of Conservation Objects, frailejones are prioritized due to their importance in the paramo ecosystem, their restricted distribution and little biological and ecological knowledge of their species. To address these information gaps, the protocol for the generation of frailejones from National Natural Parks was implemented and, since 2018, 41 vegetation surveys have been carried out and 270 biological records have been reviewed to determine the distribution and effects of the individuals of the genus *Espeletia* within the protected area. Seven species were identified, four endemic to the Sumapaz region and three exclusives from Colombia. Two of these species are in the Vulnerable Threat Category (VU), two Near Threatened (NT), and three in Least Concern (LC). *E. grandiflora* is the most widely distributed species with an Occupation Area (AOO) close to 83000 ha. In contrast, *E. tapirophila* is restricted to a single locality. More than 60 % of the evaluated individuals present evidence of natural and anthropogenic affectations, increasing the vulnerability of their populations. These results allowed the prioritization of species such as *E. tapirophila*, *E. summapacis*, *E. cabrerensis* and *E. miradorensis*, due to their endemism, restricted distribution and high affectation caused by natural and anthropic pressures, making their populations more vulnerable. For this very reason, constant monitoring and management measures for its conservation are required.

Keywords: Area of occupancy (AOO), frailejones, páramo.

Introducción

El páramo Sumapaz-Cruz Verde es considerado el segundo centro biogeográfico de la cordillera Oriental después del Cocuy, debido a su gran riqueza de plantas vasculares y numerosas especies endémicas (Cleef, 1997), por lo cual, se considera un área prioritaria dentro de los ecosistemas estratégicos de páramos. A escala de área protegida, el Parque Nacional Sumapaz (PNN Sumapaz) presenta alturas que van desde los 700 hasta los 4250 ms.n.m., donde se encuentran representados los biomas -de mayor a menor elevación- páramo, bosque andino, bosque subandino y selva tropical. El páramo, ubicado entre los 3200 y los 4250 ms.n.m., se conforma por diferentes tipos de vegetación como pajonales, frailejones, matorrales, prados, chuscales, bosques achaparrados y vegetación de pantano o acuática que responden entre otros, a las condiciones de humedad, profundidad efectiva del suelo, geoformas o incidencia de vientos. Una de las principales conformaciones vegetales es el frailejón dominado por rosetas caulescentes y acaules que participan de manera activa en el proceso de regulación hídrica, mediante la interceptación y distribución de la humedad a través del suelo, además de proporcionar hábitat y alimento a más de 150 especies de aves, insectos, anfibios, reptiles y mamíferos (Diazgranados, 2015). Los frailejones son plantas pertenecientes a la familia Asteraceae, tribu Millerieae, subtribu Espeletiinae (Cuatrecasas, 2013), los cuales están, geográfica y ecológicamente, especializados en las peculiares condiciones de vida del norte de los Andes y se distribuyen desde el norte de Ecuador hasta

las cadenas de montañas litorales de Ávila en Venezuela. Colombia cuenta con 88 especies de frailejones reportadas (IAvH, 2016), de las cuales y de acuerdo con Diazgranados (2018) 68 especies (el 73 %) se encuentran en alguna categoría de amenaza: 32 especies vulnerables (VU); 25 en peligro (EN), 11 críticamente amenazadas (CR), dos están casi amenazadas, y 15 son de preocupación menor (LC) (Citado en Rojas et al, 2018). Recientemente, las diferentes especies de frailejón han sido consideradas como prioridad dentro de las dinámicas campesinas del territorio de Sumapaz, resaltando la importancia de su conservación en términos de su función y provisión de servicios ecosistémicos. En ese sentido, Parques Nacionales Naturales de Colombia, en el marco de la Estrategia Nacional de Monitoreo, ha priorizado el estudio de este Valor Objeto de Conservación de Sistema, puesto que los frailejones representan un conjunto de elementos configuradores de los ecosistemas de páramo presentes en 18 de las 59 Áreas Protegidas (30 %), albergando el 55 % de los frailejones de Colombia, seis de los ocho géneros de la Subtribu Espeletiinae, el 39 % (ocho spp. EN, seis spp. VU) de los frailejones amenazados del país, y, por ende, tienen en el nivel nacional y/o regional una relevancia que trasciende la gestión de las Áreas Protegidas de manera individual (Rodríguez-Cabeza, 2017). El presente artículo muestra resultados generales del proceso de levantamiento de línea base de las poblaciones del género *Espeletia* en el PNN Sumapaz, destacando aspectos de su distribución y principales presiones antrópicas y naturales.

Métodos

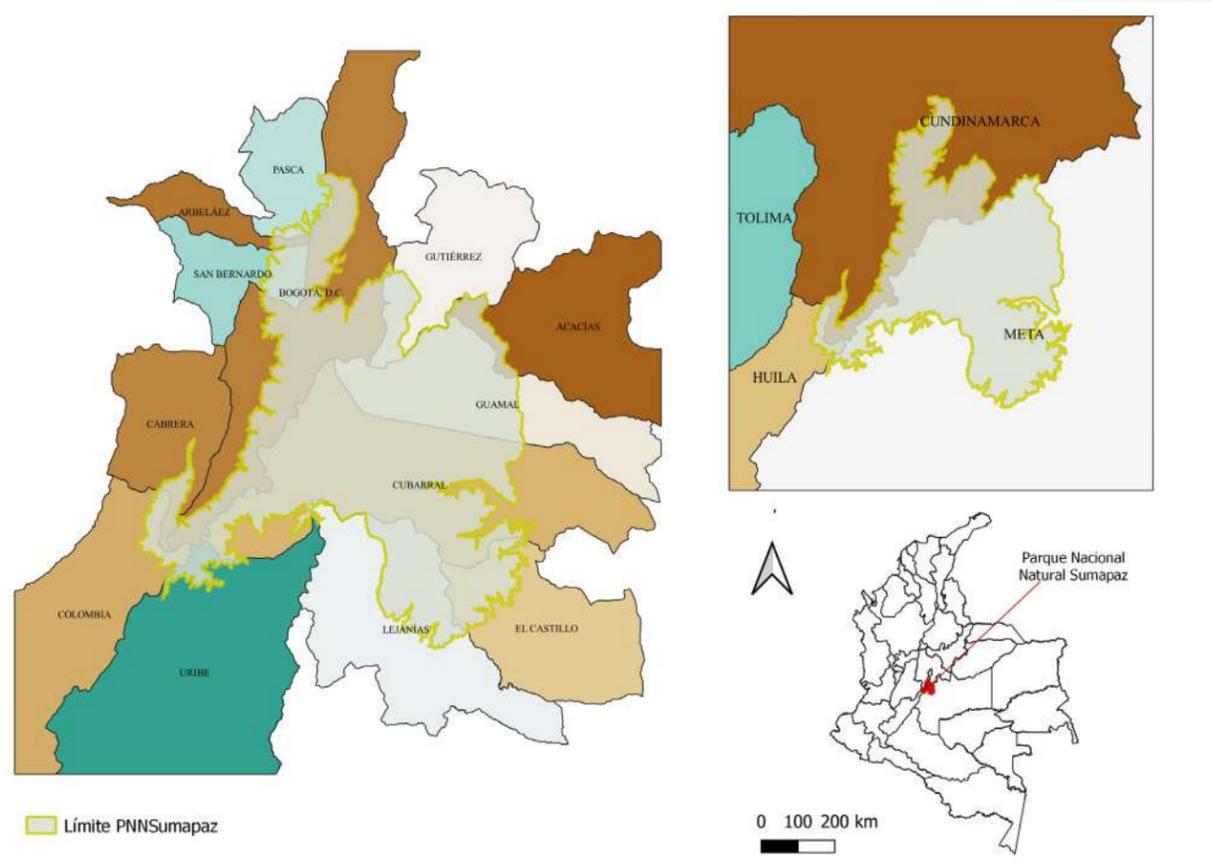
Área de estudio

El PNN Sumapaz comprende un área de 221,749 ha y se encuentra localizado en la cordillera Oriental, en 12 municipios y cuatro departamentos, así: El Castillo, Uribe, Lejanías, Cubarral, Guamal y Acacias (departamento del Meta), Colombia (departamento del Huila), Pasca,

Gutiérrez, Arbeláez, San Bernardo y Cabrera (departamento de Cundinamarca) y localidades 5 y 20 del Distrito Capital. Adicionalmente, cubre cerca del 43 % de la totalidad de la extensión del páramo Sumapaz –Cruz Verde, catalogado como uno de los más grandes del mundo (CAR & Universidad Nacional de Colombia, 2004).

Figura 1

Localización del Parque Nacional Natural Sumapaz



Nota. Elaboración propia.

Muestreo de poblaciones de frailejones e identificación

Se implementó el protocolo de Rodríguez-Cabeza (2017) denominado “Generación de información de línea de base del valor objeto de conservación de sistema frailejones en los Parques Nacionales Naturales de Colombia y

su zona de influencia” con algunas modificaciones. Para la construcción de la línea base, se seleccionaron diferentes zonas a lo largo del páramo al interior del área protegida. Se tomaron en cuenta reportes de minas antipersonales, estado de conservación de las coberturas vegetales, registros existentes de las especies de frailejón y zonas con vacíos de información.

Para evaluar la distribución entre 2018 y 2020, se establecieron 41 parcelas de 25 m² ubicadas en diferentes localidades tratando de abarcar distintos hábitats a lo largo del gradiente altitudinal en la franja de páramo. Adicionalmente, se colectó una muestra botánica de los morfotipos que se registraron en cada uno de los frailejones donde no se tenía certeza de su identificación, según el protocolo establecido por Rodríguez-Cabeza (2017).

Las muestras botánicas fueron identificadas según Rodríguez-Cabeza (2017), Cuatrecasas (2013) y Rojas et al., (2018) y depositadas en la colección del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.

Distribución geográfica de las especies

Se estimó la distribución geográfica de las especies de *Espeletia* en el PNN Sumapaz con base en la metodología de caracterización de la distribución de las especies presentada en Renjifo et al., (2016), a partir de los registros del área protegida y registros bibliográficos con coordenadas geográficas y altitud de cada una de las especies dentro del parque. Estos fueron compilados y revisados cuidadosamente para constatar su validez y precisión geográfica, y después se unificaron en una base de datos. La extensión de presencia (EOO), se delimitó a través de un polígono mínimo convexo

conformado por los puntos de registro para cada especie. Los polígonos mínimos convexos se calcularon usando el software Qgis y en los casos en que se generaba EOO de la especie por fuera del PNN Sumapaz, este fue recortado a los límites del área protegida. Finalmente, el Área de ocupación (AOO) se afinó mediante los límites altitudinales estimados para cada especie basados en literatura y registros en campo y los tipos de coberturas vegetales CORINE Land Cover, que representaban un hábito idóneo para cada especie.

Análisis de presiones

Con el ánimo de analizar las presiones que afectan los frailejones para cada uno de los individuos en cada parcela se registraron aspectos como: 1) presencia de presiones antrópicas, a partir de evidencias de pastoreo o quemas; 2) presiones naturales como herbivoría, entorchamiento o manchas en las hojas, así como una descripción general de aspectos del suelo y relieve, es decir, áreas anegadas, sustrato seco, en zonas de ladera o valle y especies acompañantes. Con base en la información tomada en cada parcela, se estimó el porcentaje de individuos con afectación y sanos, así como el porcentaje de individuos en cada categoría de afectación según lo propuesto en el protocolo de Rodríguez-Cabeza (2017) y lo consignado en Rojas et al., (2018).

Resultados y discusión

Se compilaron un total de 317 registros de *Espeletia*, de los cuales 41 fueron parcelas realizadas por el área protegida entre 2018-2020 y los 270 restantes, provienen de puntos de verificación realizados por el equipo técnico del área, e investigaciones realizadas al interior del parque (ARCAOL, 2020; Jardín Botánico de Bogotá, 2019; Pineda et al., 2019; y Van der Hammen et al. 2008).

En el PNN Sumapaz, el género *Espeletia* se encuentra ampliamente distribuido en el

bioma páramo. A la fecha se han identificado siete especies bajo la delimitación planteada por Cuatrecasas (2013): *Espeletia grandiflora* Humb. & Bonpl., *Espeletia argentea* Humb. & Bonpl. y *Espeletia killipii* Cuatrec. endémicas de Colombia con distribución restringida a los complejos de páramos Sumapaz-Cruz Verde y Chingaza, y *Espeletia summapacis* Cuatrec., *Espeletia miradorensis* (Cuatrec.) Cuatrec., *Espeletia tapirophila* Cuatrec. y *Espeletia cabrerensis* Cuatrec., endémicas del páramo de Sumapaz (Figura 2).

Figura 2

Especies del género *Espeletia* presentes en el PNN Sumapaz



Nota. a. *E. grandiflora* en Laguna Larga, Pasca, b. *E. argentea* (Frailejón plateado) en Hoya del Caballo, Bogotá D.C., c. *E. killipii* cerca de Laguna de Chisacá- Bogotá D.C., d. *E. killipii* en Cuevecitas, Pasca, e. *E. summapacis* (frailejón del Sumapaz) en Quebrada Honda, Bogotá D.C., f. Detalle capítulos *E. summapacis*, g. *E. miradorensis* en Cabrera, Cundinamarca, h. *E. tapirophila* en Puerta de las Dantas, ruta al Cerro Nevado, Meta, i. Holotipo de *E. cabrerensis* (Fuente: Herbario Virtual Austral Americano).

Distribución y aspectos ecológicos de las especies

En términos generales, las especies registradas se encuentran entre los 3200 - 4200 ms.n.m, asociadas a coberturas que van desde muy transformadas, como es el caso de *E. argentea*, a coberturas en muy buen estado de conservación, en el caso de *E. summapacis* (Tabla 1).

Se estimó la distribución geográfica para aquellas especies que tenían más de dos puntos de registro dentro del área protegida, esto es: *E. grandiflora*, *E. killipii*, *E. summapacis*, *E. argentea* y *E. miradorensis* (Figura 3). *Espeletia grandiflora* fue la más abundante y de mayor distribución en el Parque, abarcando altitudes que van desde los 3370 hasta los 4200 m s.n.m., y un AOO cercano a 83000 ha desde el sur del páramo en los municipios de Cabrera, Colombia y Uribe hasta la zona norte en la Laguna de Chisacá (Figura 3). Se registró con evidencias de presiones históricas como

quemadas y ganadería extensiva, con individuos de 50 cm de altura promedio y asociada principalmente a pajonales de *Calamagrostis effusa*. Así mismo, se registró en zonas que evidencian un buen estado de conservación, en parches entremezclados con chuscales de *Chusquea tessellata* y arbustales de *Diplostephium revolutum* y *Diplostephium alveolatum* donde se concentra mayor acumulación de materia orgánica y humedad, lo cual puede potencializar el desarrollo de una cobertura de mayor diversidad y complejidad estructural.

Espeletia argentea se encontró entre los 3269 y 3780 m s.n.m y presentó un AOO de 5180 ha aprox. que incluyó la vereda Santa Rosa, cruce de Media Naranja, bordeando la carretera Troncal Bolivariana, en la vereda Las Águilas, en zona de influencia hacia el sur del área protegida y zona centro del páramo cerca al Cerro Nevado. Se observó asociada a pajonales con *Calamagrostis effusa* y herbáceas como *Orthrosanthus chimboracensis* y *Rumex*

Tabla 1

Aspectos básicos de la distribución de las especies de frailejón en el PNN Sumapaz

Especies	Altura mínima (m.s.n.m)	Altura máxima (m.s.n.m)	Presencia en coberturas vegetales						EEO	AOO	Categoría de amenaza*
			CA	ZP-T	HDTF-NA	HDT-FCA	AD	AA			
<i>Espeletia grandiflora</i>	3373,8	4202,8		X	X	X		X	137249	82962	LC
<i>Espeletia argentea</i>	3269	3799	X		X				56561	5180	LC
<i>Espeletia killipii</i>	3310,2	3951,4		X	X	X		X	25570	16443	LC
<i>Espeletia summapacis</i>	3810,8	4117,7		X	X	X		X	22892	16618	NT
<i>Espeletia miradorensis</i>	3588,5	3807,5			X	X		X	19227	3912	NT
<i>Espeletia cabrerensis</i>	3388	3617,8			X	X		X	N/A	N/A	VU
<i>Espeletia tapirophila</i>	3450,4	3477,4				X	X	X	N/A	N/A	VU

Nota. CA: Coberturas antrópicas, ZP-T: Zonas Pantanosas – Turberas, HDTFNA: Herbazal Denso de Tierra Firme No Arbolado, HDTCA: Herbazal Denso de Tierra Firme con Arbustos, AD: Arbustal Denso, AA: Arbustal Abierto; EEO: Extensión de Ocupación, AOO: área de Ocupación. *Categoría de amenaza basada en Bernal, Gradstein & Celis (2019).

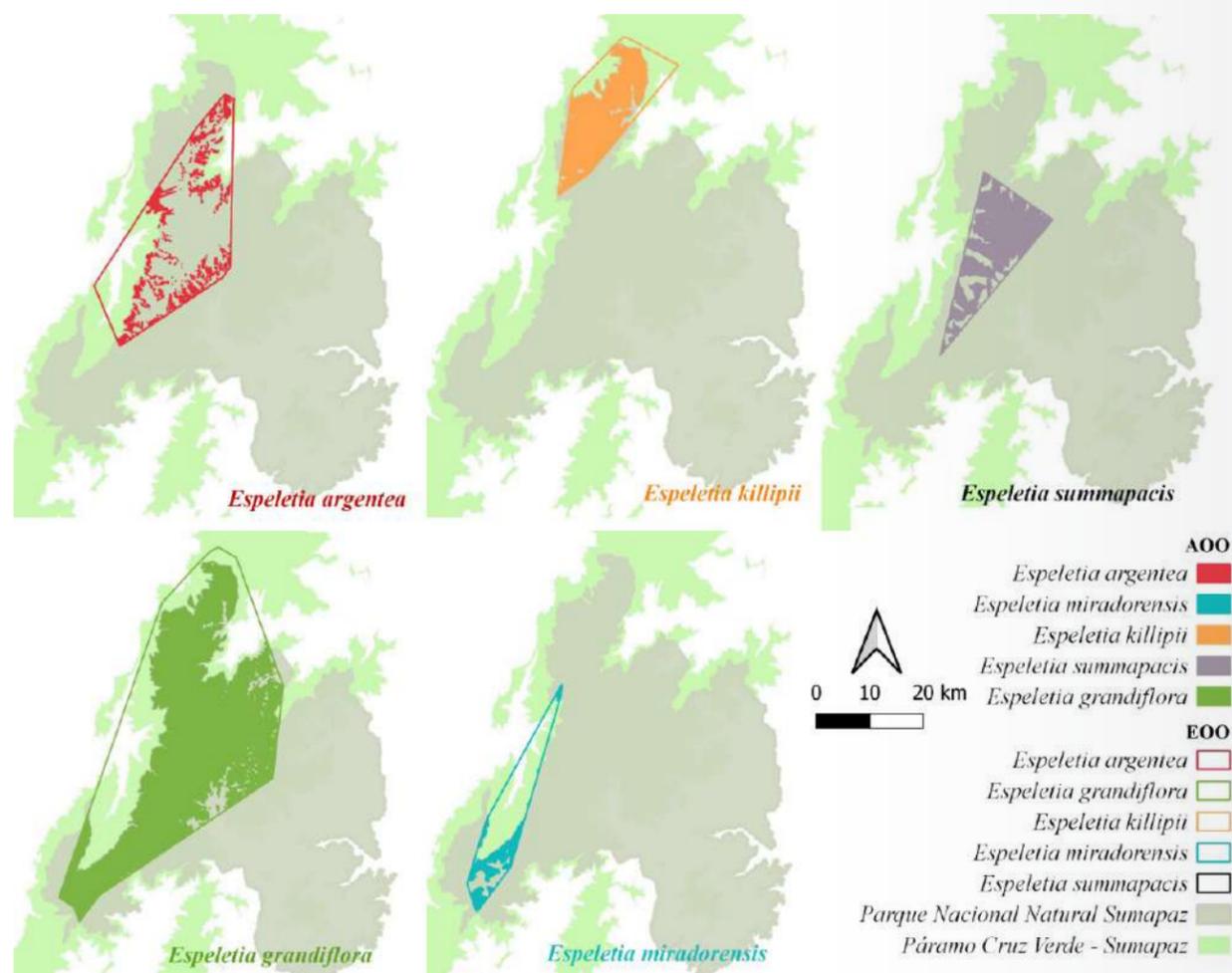
acetosella, principalmente, en áreas de pendientes bajas a fuertes y suelos bien drenados con poca acumulación de humedad se observó asociada a zonas paramizadas o con alguna evidencia de intervención antrópica como pastizales o potreros. Lo anterior se encuentra acorde con lo reportado por Jaimes-Sánchez & Sarmiento-Monasterio (2002), quienes resaltan a esta especie como uno de los principales elementos pioneros y colonizadores de páramo que aparece aproximadamente a los seis años de recuperación de la cobertura por abandono de las actividades agropecuarias y tiende a disminuir cuando el páramo se ha regenerado.

Espeletia killipii se registró desde los 3300 hasta los 3900 ms.n.m., con un AOO estimada de 16443 ha que comprende principalmente la zona norte del parque, en los alrededores de

la Laguna de Chisacá, entre Laguna Larga y Laguna Negra y en el margen izquierdo de la Laguna Larga del municipio de Pasca, incluyendo sectores de la zona de influencia. Se asocia a sitios con pendientes bajas a moderadas, anegados, y con presencia de arbustos como *D. revolutum*, *Hypericum* spp. y *Arcytophyllum nitidum*, chuscales de *Chusquea tessellata* y herbáceas rasantes. Esta especie tiene una distribución discontinua a lo largo del páramo conformando pequeños parches que evidencian pocas a nulas presiones históricas. Este patrón de distribución coincide con lo reportado por Cárdenas (2013), quien además determinó que esta especie es muy vulnerable a perturbación por fuego y pastoreo dadas sus bajas tasas de reclutamiento y altas tasas de mortalidad de individuos juveniles.

Figura 3

Estimación del Área de Ocupación de las especies de *Espeletia* -AOO



En lo referente a la especie endémica *E. summapacis*, esta se registró para la zona centro del páramo Sumapaz, restringida al rango altitudinal de los 3900 y 4200 ms.n.m., lo cual coincide con lo reportado por Mariño (2018). Su AOO aproximado es de 16618 ha, especialmente por el camino de Quebrada Honda hacia el sector de la Rabona. Al igual que *E. killipii*, se encuentran en áreas de baja a moderada pendiente, en zonas anegadas o muy húmedas, asociada con *C. tessellata* y *D. revolutum*.

La *Espeletia miradorensis*, especie endémica de la zona centro y sur del PNN Sumapaz, se encontró entre 3590 y 3800 m s.n.m. formando frailejonales densos en pendientes moderadas con suelos drenados, y asociada con elementos arbustivos como *D. revolutum*, *Bucquetia glutinosa* y cojines de *Paepalanthus karstenii*. Registró un AOO aproximada de 3912 ha, que comprende la vereda Las Águilas, municipio de Cabrera (Cundinamarca), en el sector Hoya de Caballo, vía a San Juan y en el predio La Argentina, en la vereda Tunal Alto del corregimiento de San Juan. Para el caso de *E. tapirophila*, endémica del Parque, no fue posible establecer el AOO ya que solo contaba con dos puntos de registros en total, localizados hacia la zona centro-oriental del área protegida sobre la franja subparamuna (oscilando sobre los 3400 ms.n.m.), entremezclada en coberturas de arbustal abierto y denso con numerosas especies de las familias Ericaceae, Melastomataceae y especies de *Chusquea*. A diferencia de las otras especies, se evidenció que *E. tapirophila* se encuentra asociada a terrenos de pendiente fuerte a escarpada, donde logra alcanzar gran porte, incluso por encima de los 4 m de altura. De acuerdo con García et al., (2005), esta especie se encuentra en la categoría de amenaza Vulnerable (VU), porque presenta una distribución restringida a la localidad tipo correspondiente la Puerta de las Dantas hacia hoya del río Nevado, Meta, lo cual es acorde con lo registrado en los levantamientos realizados por el equipo del área protegida, ya que solo se registró en dicha localidad.

Finalmente, *E. cabrerensis*, endémica de la región del Sumapaz (García et al., 2005),

de acuerdo con Chaparro (2018) se registra con áreas de gran extensión al sur del PNN Sumapaz, en sectores como Bogotá D. C., vereda Las Águilas, parte del municipio de Cabrera (Meta) y el municipio de Colombia (Huila). Esta especie aún no ha sido muestreada en campo por lo cual la información relacionada con aspectos ecológicos es limitada a nula.

Principales presiones antrópicas y naturales

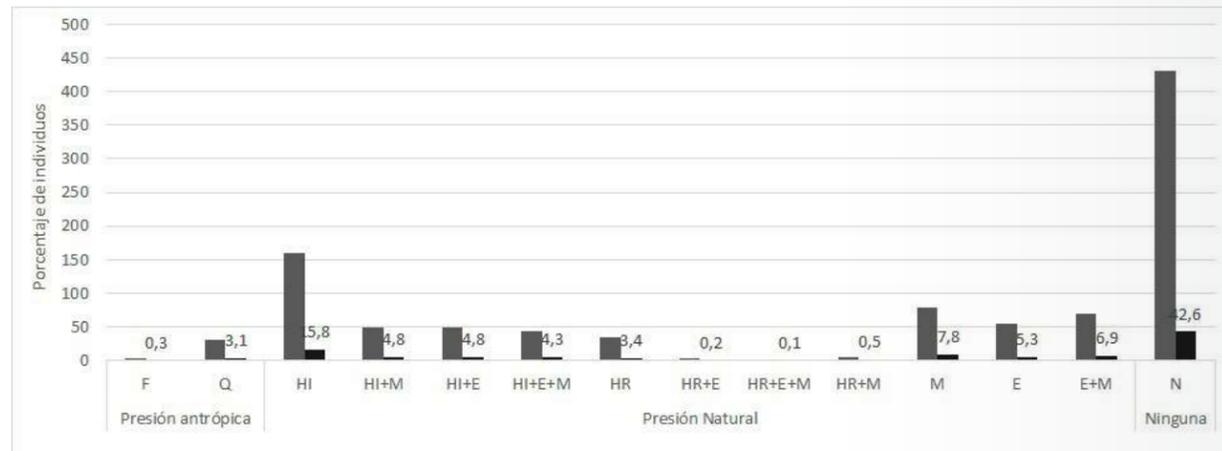
La evaluación de presiones antrópicas y naturales de los frailejones se realizó para cinco (*E. grandiflora*, *E. killipii*, *E. summapacis*, *E. argentea* y *E. miradorensis*) de las siete especies reportadas para el área protegida, puesto que *E. cabrerensis* y *E. argentea* a la fecha no cuentan con parcelas realizadas.

Análisis de afectaciones del grupo frailejones en el PNN Sumapaz

En las 41 parcelas se registraron un total de 1011 individuos. En términos generales, se encontró que cerca del 60% de los individuos evaluados presentan algún tipo de presión ya sea natural (55 %) o antrópica (4 %) (Figura 4). En lo referente a las presiones antrópicas de la totalidad de individuos, el 3,1 % presentó quema (evidenciada por pérdida de necromasa y tallos quemados) por eventos históricos de incendios forestales realizados, principalmente, para obtener rebrotes de pastizal para los semovientes o establecimiento de cultivos, mientras que el 0,3 % presentó fracturas de troncos asociadas a impactos por turismo no regulado, principalmente, en el sector Chisacá al norte del área protegida. En el contexto anterior, se priorizó para este sector el monitoreo del impacto del turismo no regulado sobre las poblaciones de *Espeletia* con el objetivo de evaluar su incidencia y plantear medidas de manejo. Entre las presiones naturales de la totalidad de individuos, el 16 % presentaron herbivoría por insectos, seguido de manchas (8 %) y entorchamiento (5,5 %); el porcentaje restante está distribuido entre los individuos que presentan más de una presión natural.

Figura 4

Porcentaje de individuos de frailejones evaluados que presentan presiones antrópicas o naturales en el PNN Sumapaz



Nota: F: Fractura de tronco, Q: Quema, HI: Herbivoría por insectos, M: manchas, HR: Herbivoría por roedores, E: Entorchamiento.

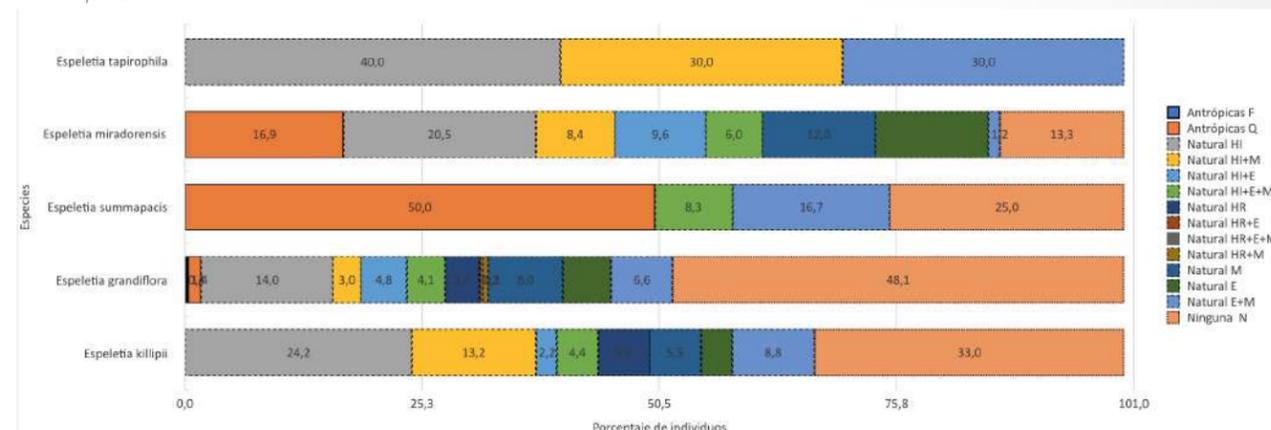
Análisis de afectaciones a nivel de especies

Al comparar el porcentaje de afectación entre las especies, se tiene que *E. killipii* y *E. tapirophila* no presentaron presiones antrópicas, debido posiblemente a que se encuentran asociadas a localidades de difícil acceso y constantemente supervisadas mediante acciones de vigilancia y control por el equipo del área protegida, lo cual contribuye en su buen estado de conservación (Figura 5). Por el contrario, *E. summapacis*

presentó mayor porcentaje de individuos con presencia de quemados (50 %), seguido de *E. miradorensis* (16,9 %). Esta última principalmente a causa de los incendios registrados en 2019 hacia la zona sur del parque. En relación con las presiones naturales, se presentan indistintamente en todas las especies evaluadas, sobresaliendo la presión herbivoría por insectos combinada con otras afectaciones como entorchamiento y manchas, en las especies *E. tapirophila* (100 %) y *E. killipii* (100 %). *Espeletia grandiflora*, si bien registró individuos en todas

Figura 5

Porcentaje de individuos por tipo de presión antrópica y natural por especie de frailejón evaluadas en el PNN Sumapaz



Nota: F: Fractura de tronco, Q: Quema, HI: Herbivoría por insectos, M: manchas, HR: Herbivoría por roedores, E: Entorchamiento.

las categorías de presiones naturales y antrópicas, es la especie con mayor porcentaje de individuos sanos (48,01 %), debido posiblemente a su abundancia y amplia distribución dentro del área protegida.

De acuerdo con los resultados, se definieron los siguientes aspectos para priorizar las especies que serán objeto de monitoreo constante para su conservación: 1) endemismo de

la región del Sumapaz (*E. summapacis*, *E. miradorensis*, *E. tapirophila* y *E. cabrerensis*); 2) área de Ocupación baja como *E. miradorensis*; 3) distribución altamente restringida (una única localidad registrada) como *E. tapirophila*; 4) alto porcentaje de los individuos evaluados con afectación antrópica que pone en riesgo las poblaciones como *E. summapacis* y *E. miradorensis*; 5) poco a nulo conocimiento biológico y ecológico que se tienen de estas especies.

Conclusiones

El género *Espeletia* en el páramo de Sumapaz representa uno de los principales elementos configuradores de la flora de alta montaña y el estudio de su distribución y de sus poblaciones aporta en la determinación del estado de conservación de los ecosistemas paramunos.

El 60 % (4 spp.) de las especies de *Espeletia* del PNN Sumapaz son endémicas de la región y en el caso de *E. tapirophila* y *E. summapacis* presentan distribuciones altamente restringidas. Lo anterior les confiere un alto grado de vulnerabilidad, puesto que al ser expuestas a presiones antrópicas y naturales se puede poner en riesgo la continuidad de sus poblaciones y comprometer directamente el rol que estos cumplen a nivel de redes tróficas y oferta de servicios ecosistémicos, principalmente, recurso hídrico. De ahí la importancia de realizar un monitoreo constante y desarrollar investigaciones que permitan generar información actualizada sobre aspectos biológicos, ecológicos y su respuesta frente a las distintas presiones.

Es importante reconocer que, las principales presiones registradas para los frailejones en el área protegida son de orden natural y que las afectaciones antrópicas, de acuerdo con el conocimiento de las dinámicas comunitarias en el territorio, han disminuido, en gran parte, por el trabajo articulado de la comunidad y el área protegida, hecho que ha contribuido en el buen estado de conservación y recuperación de la mayoría de las coberturas del bioma páramo.

Se debe continuar con el levantamiento de información básica y el monitoreo en el área protegida de tal manera que se pueda ampliar el conocimiento principalmente de *E. tapirophila* y *E. cabrerensis*, las cuales han sido poco muestreadas a la fecha y se desconoce el estado actual de sus poblaciones.

Agradecimientos

A todo el equipo del área protegida, quienes han apoyado y acompañado las jornadas de campo a lo largo del páramo y con quienes se ha realizado un proceso de construcción colectiva del conocimiento. A la comunidad del páramo de Sumapaz, quienes han facilitado y

guiado al equipo en territorio aportando desde su conocimiento y saberes locales. A John Zamudio y Betsy Viviana Rodríguez Cabeza por sus observaciones y aportes a lo largo del proceso.

Referencias

- Arcacol S.A.S (2020). *Informe del material colectado en campo. Modificación del Plan de Manejo Ambiental del Proyecto de Mantenimiento y rehabilitación de la vía que comunica al perímetro urbano de la localidad de Usme con San Juan de Sumapaz en Jurisdicción del departamento de Cundinamarca.*
- Bernal, R., Gradstein, S. R. & Celis, M. (2019). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia.* Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. <http://catalogoplantadescolombia.unal.edu.co>
- Cárdenas, C. (2013). *El fuego y el pastoreo en el páramo húmedo de Chingaza (Colombia): efectos de la perturbación y respuestas de la vegetación.* (ISBN: 9788449038792) [tesis de doctorado, Universitat Autònoma de Barcelona]. Tesis Doctorals en Xarxa.
- Chaparro, S. (2018). *Implementación del programa de monitoreo en el Parque Nacional Natural Sumapaz: Línea Base de Frailejón 2018.* Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca & Universidad Nacional de Colombia. (2004). *Estrategia corporativa para la caracterización con fines de manejo y conservación de áreas de páramo en el territorio CAR.* <https://sie.car.gov.co/handle/20.500.11786/35722>.
- Chaves, R. F., & Bonilla, G. M. (2007). Estrategias de historias de vida de las poblaciones de *Espeletia barclayana* Cuatrecasas, *Espeletia argentea* Bonpl. y *Espeletopsis corymbosa* (Bonpl) Cuatrecasas en condiciones contrastantes de disturbio en la reserva forestal municipal de Cogua, Cundinamarca. *Acta Biológica Colombiana*, 12(1), 122-123.
- Cleef, A. M. (1997). Páramo de Sumapaz, región Colombia. En S. D. Davis, V. H. Heywood, O. Herrera-Macbride, J. Villa-Lobos & A. C. Hamilton (Eds), *Centers of Plant Diversity and Strategy for their Conservation* (pp. 437 – 441). World Wide Fund of Nature (WWF) and The World Conservation Union (IUCN).
- Cuatrecasas, J. (2013). *A Systematic Study of the Subtribe Espeletiinae (Heliantheae, Asteraceae).* The New York Botanical Garden Press.
- Díazgranados, M. (2015). Una mirada biológica a los páramos circundantes de la Sabana de Bogotá. En E. Guhl Nimtz (Eds.) *Los páramos circundantes de la Sabana de Bogotá* (pp. 175–205). Jardín Botánico José Celestino Mutis.
- Díazgranados, M. (2018). *Evaluación del riesgo de extinción de frailejones en Colombia.* Producto 7 del Informe Final del Contrato de Prestación de Servicios No. 16-14/331-16/0081-147PS. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- García, N., Calderón, E., & Galeano, G. (2005). Frailejones. En E. Calderón, G. Galeano & N. García (Eds). *Libro Rojo de Plantas de Colombia* (pp. 225–385). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Herbario Virtual Austral Americano. (2020). https://herbariovaa.org/imglib/neotrop/misc/201409/index_1411253100_web.jpg
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2016). *Frailejones de Colombia.* http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=rrbb_colombia_espeletias_2017
- Jaimés- Sánchez, V., & Sarmiento-Monasterio, V. (2002). *Mecanismos de restauración de la fertilidad en una sucesión secundaria en el páramo de Cruz Verde, Colombia.* Memorias Tomo I, Congreso Mundial de Páramos.
- Jardín Botánico de Bogotá. (2019). *Informe semestral de actividades.* Proyecto Flora de Bogotá. Convenio interadministrativo 09 de 2017.
- Mariño, Á. (2018). *Efecto del cambio climático en la demografía y distribución altitudinal de Espeletia summapacis (Asteraceae).* Universidad Nacional de Colombia
- Pedraza-Peñalosa, P; Betancur, J., & Franco- Roselli, P. (2005). *Chisacá, Un recorrido por los páramos andinos.* Instituto de Ciencias Naturales e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Pineda, M., Cortés, A., Madriñán, S., & Jiménez, I. (2019). *The Nature of Espeletia species.* [tesis de maestría, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional Universidad de los Andes. <http://biblioteca.uniandes.edu.co/acepto201699.php?id=19037.pdf>
- Rengifo, L. M., Amaya-Villarreal, A. M., Burbano-Girón, J., & Velásquez-Tibatá, J. (2016). *Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país.* Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.
- Rodríguez-Cabeza, B.V. (2017). *Protocolo: Generación de información de línea de base del valor objeto de conservación de sistema frailejones en los Parques Nacionales Naturales de Colombia y su zona de influencia.* Subprogramas de investigación y monitoreo. Grupo de Planeación y Manejo. Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Rojas, J., Varela, A., & Osher, K. (2018). *Plan de conservación y manejo de las especies de frailejones presentes en el territorio CAR.* Convenio 1836 de 2017 suscrito entre la Pontificia Universidad Javeriana y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. <https://www.car.gov.co/uploads/files/5de689ea69268.pdf>.
- Van der Hammen, T., Rangel, O. & Cleef, A. (Eds). (2008). *La cordillera Oriental Colombiana transecto Sumapaz.* Estudios de ecosistemas Tropandinos.
- Vargas, O. (2016). *Distribución altitudinal, papel en los ecosistemas y amenazas de las poblaciones del género Espeletia (Asteraceae) en Colombia.* Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



Foto: Andrés Correa

Necesidades y retos de la investigación en salud de fauna silvestre, para su manejo y conservación en Parques Nacionales Naturales de Colombia



Foto: Andrés Correa

Needs and Challenges of Wildlife health research for its Management and Conservation in National Natural Parks of Colombia

Leonardo Arias-Bernal

Médico Veterinario, MSc. Docente TC Facultad de Medicina Veterinaria. Fundación Universitaria Agraria de Colombia UNIAGRARIA. Coordinador Grupo de Estudio de Fauna Silvestre Uniagraria - GEFSUA. arias.leonardo@uniagraria.edu.co

Sylvia Rojas-Hucks

Médica Veterinaria, MSc. PhD. Consultora Independiente. sylviarojash@gmail.com

Angela Parra-Romero

Bióloga, Especialista. Profesional de Vida silvestre. Grupo de Planeación de Manejo. Parques Nacionales Naturales de Colombia. angela.parra@parquesnacionales.gov.co

Catalina Rodríguez-Álvarez

Bióloga, MSc. Directora Bioparque Wakatá. Profesor Asistente, Programa de Biología Universidad El Bosque. crodriguez@parquejaimeduque.com

Jhon Zamudio

Biólogo, MSc. Profesional de investigación y monitoreo, Dirección Territorial Orinoquía. Parques Nacionales Naturales de Colombia. investigacionymonitoreo.dtor@gmail.com

Laura A. Vélez Vanegas

Bióloga Profesional de investigación y monitoreo, Dirección Territorial Andes Occidentales. Parques Nacionales Naturales de Colombia. monitoreo.dtao@parquesnacionales.gov.co

Iván Martínez-Dallos

Biólogo, MSc. Profesional de investigación y monitoreo, Dirección Territorial Caribe. Parques Nacionales Naturales de Colombia. ivan.martinez@parquesnacionales.gov.co

Rebeca Franke-Ante

Bióloga, MSc. Profesional de investigación y monitoreo, Dirección Territorial Caribe. Parques Nacionales Naturales de Colombia. rebeca.franke@parquesnacionales.gov.co

Tatiana Losada

Ecóloga, MSc. Profesional de investigación y monitoreo, Dirección Territorial Amazonía. Parques Nacionales Naturales de Colombia. gestionconocimiento.dtam@parquesnacionales.gov.co

Andrés Cuéllar Chacón

Biólogo, MSc. Profesional de investigación y monitoreo, Dirección Territorial Pacífico. Parques Nacionales Naturales de Colombia. planesdemanejo.dtpa@parquesnacionales.gov.co

RESUMEN

Las 62 áreas protegidas administradas por Parques Nacionales Naturales de Colombia resguardan un gran número de especies silvestres endémicas, residentes y migratorias que constantemente interactúan entre ellas, con especies domésticas y/o con comunidades humanas, situación que podría afectar el estado de la salud tanto de individuos como poblaciones. Esto, ligado al hecho de que históricamente se han realizado pocos estudios que analicen eventos de enfermedad y/o mortalidad de fauna silvestre en Colombia, ha dificultado la identificación de las causas de dicho relacionamiento. El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión general de eventos que involucran la salud de la fauna silvestre en áreas administradas por Parques Nacionales Naturales en los últimos 10 años. Para evaluar dicho objetivo se realizó una encuesta dirigida a personas que trabajan en áreas protegidas de la entidad, cuya información fue categorizada, sumada y analizada mediante estadística descriptiva

para cada caso. Se obtuvieron 158 datos relacionados con mortalidad de fauna silvestre, donde el 52,53 % tiene origen antrópico y el 47,47 % restante se atribuye a causas naturales, no especificadas o no determinadas. Se reportaron 20 casos de animales con signos de enfermedad y 22 datos hicieron referencia a la disminución de poblaciones de fauna. Sólo cinco de las áreas no registran presencia de animales domésticos, observándose que en el 50,48 % de los datos se reportan estas especies en estado libre. Se concluye que es necesario diseñar e implementar programas de estudio de la salud de las poblaciones de fauna silvestre, ambiental y humanas en el marco del concepto de "Un Bienestar", propiciando la interdisciplinariedad e interinstitucionalidad.

Palabras clave: Un Bienestar; salud de ecosistemas; área protegida; vida silvestre; conservación

ABSTRACT

The 62 protected areas managed by Colombia's National Natural Parks conserve a large number of endemic, resident and migratory wild species that constantly interact with each other, with domestic species and/or with human communities, which could affect the state of the health of individuals and populations. Furthermore, the fact that historically few studies have been carried out to analyze wildlife disease and/or mortality events in Colombia, has made it difficult to identify the causes of this relationship. The objective of this work was to carry out a general review of the events that involve wildlife health in areas managed by Natural Natural Parks Service over the last 10 years. To evaluate this objective, it was conducted a survey with park rangers of this entity, whose information was categorized, summed up, and analyzed by using descriptive statistics for each case. It obtained 158 data related to wildlife mortality, where 52,53 % has an anthropogenic origin while the remaining 47,47% is attributed to natural, unspecified, and undetermined causes. Twenty cases of animals with signs of disease were reported and 22 data referred to the decrease in fauna populations. Only five of the surveyed areas do not report the presence of domestic animals, observing that 50,48 % of the data report these species in a free state. It is concluded that it is necessary to design and implement programs to study the health of wildlife populations, environment, and humans within the framework of the concept of "One Welfare" by promoting interdisciplinarity and interinstitutional work.

Keywords: One Welfare; Ecosystem Health; Protected Area; Wildlife; Conservation

Introducción

Cuando se revisa el concepto sobre el estado de la salud de la vida silvestre, nos encontramos con un gran reto enmarcado en las grandes inversiones de dinero y esfuerzos que deben desarrollar las entidades encargadas de mantener el bienestar de las áreas destinadas a la conservación de los ecosistemas. El concepto de "Un Bienestar" (One Welfare) hace referencia a las interrelaciones entre el bienestar animal, el bienestar humano y el ambiente físico y social, y proporciona los lineamientos necesarios para mantener el equilibrio en las zonas de conservación de la vida silvestre (García- Piñeros, 2018). Esta aproximación, de tipo multidisciplinar, permite evaluar los posibles riesgos al bienestar de las áreas protegidas (Pinillos et al., 2016), en donde el análisis de la salud de las poblaciones silvestres se presenta como una interfase entre la ciencia y la toma de decisiones sobre manejo y política (Travis & Smith, 2019).

El estado de salud de la vida silvestre es el resultado de interacciones dinámicas y no lineales entre animales individuales y sus entornos sociales, bióticos y abióticos, y va más allá de la ausencia de enfermedades (Stephen, 2014). En este sentido, el mantenimiento de la salud de la vida silvestre se convierte en una responsabilidad de todos en tanto aporta al equilibrio de los ecosistemas.

Métodos

Se desarrolló una encuesta descriptiva, con preguntas abiertas previamente estructuradas, la cual se envió vía correo electrónico al personal de las 62 áreas protegidas de PNNC, con el fin de obtener información sobre: 1) mortalidad de especies silvestres en los últimos 10 años; 2) mortalidades masivas y sus posibles causas; 3) presencia de especies con signos de

En el caso de los Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC), el estudio y monitoreo de la salud de la fauna silvestre no cuenta con orientaciones técnicas claras dentro de las políticas o lineamientos de la entidad. Lo anterior ha generado reportes de casos aislados frente a necesidades de las áreas protegidas que incluyen: 1) el manejo de fauna y flora silvestre incautados en procesos de tráfico; 2) procedimientos de emergencia frente a fauna herida; 3) manejo de animales ferales o errantes; 4) información de bioseguridad frente a contacto con fauna silvestre; 5) identificación de causas de mortalidad de fauna silvestre; 6) identificación de causas asociadas a la disminución de poblaciones de fauna o flora; 7) identificación de enfermedades asociadas a especies de fauna y flora tanto en áreas con regímenes especiales de manejo, así como en áreas destinadas al ecoturismo o bajo presión pesquera y otras situaciones que, en ocasiones, no pueden ser atendidas por falta de conocimiento, equipos o personal.

Este estudio, cuyo objetivo es realizar una revisión general de eventos que involucran la salud de la fauna silvestre en áreas administradas por PNNC, se convierte en un aporte al concepto de "Un Bienestar" en las áreas protegidas y aspira a aproximarse tanto al estado de las poblaciones como orientar las necesidades y retos de investigación en este ámbito.

enfermedad; 4) disminución de poblaciones de fauna silvestre; 5) presencia de animales domésticos y ferales; 6) cambios en la vegetación natural; y 7) necesidades de capacitación en áreas protegidas sobre el manejo de fauna silvestre. Las respuestas fueron codificadas y analizadas utilizando estadística descriptiva.

Resultados y discusión

De las 62 áreas protegidas administradas por PNNC, se obtuvo un total de 43 respuestas a la encuesta. Estas provienen de 26 áreas protegidas (21 de los 43 Parques Nacionales Naturales, cuatro de los 12 Santuarios de Fauna y Flora y una del Vía Parque Isla de Salamanca). En algunas áreas protegidas se obtuvo más de una respuesta por parte de diferentes funcionarios de la misma área, lo cual aumentó la capacidad de observación dentro de la misma y proporcionó un panorama más amplio a las condiciones de estudio al tener mayor cobertura dentro de la zona.

1. Mortalidad de fauna silvestre en los últimos 10 años: en nueve encuestas (5,76 %) no se reportaron animales muertos en las zonas. En cuanto a la mortalidad, se reportan un total de 158 datos, en los que los mamíferos representan el 54,44 % (86); reptiles, el 17,73 % (28); aves, el 17,08 % (27); anfibios, 8,22 % (13); y peces, el 2,53 % (4) de los casos. En cuanto a los mamíferos, las familias más reportadas fueron Cervidae y Procyonidae con el 11,62 % (10) de los casos cada uno, seguido por la familia Didelphidae con el 8,31 % (7). En reptiles la familia más reportada fue la Viperidae con el 19,23 % (5); en aves, la familia Columbidae con 11,53 % (3); y en anfibios, la familia Craugastoridae con 30,76 % (4) de los casos.

Según la encuesta, la mortalidad evidenciada en los últimos 10 años es de origen antrópico en la mayoría de los casos 52,53 % (83), donde se relaciona en gran medida con atropellamiento, cacería e intoxicación. En el 18,35 % (29) de los casos no se especifica la causa de muerte, en donde se atribuyen varias posibles causas y el 15,82 % (25) de los casos no se determinó. La muerte natural se reporta en el 6,96 % (11) de casos y la atribución al clima al 3,17 % (5) de los casos. En cuanto a la muerte por posible enfermedad, se reportaron 3,17 % (5) de casos (*Odocoileus goudotii*, *Tapirus pinchaque*, *Alouatta seniculus*, *Pelecanus occidentalis* y *Crocodylus acutus*).

Estos reportes fueron realizados por personal sin formación médica. Sin embargo, los detalles suministrados en las encuestas orientan

posibles diagnósticos relacionados con patógenos que afectan las especies antes mencionadas y que necesitan ser estudiadas en detalle. Sólo se especifica la mortalidad de dos especies por un agente infeccioso; en el caso del mono aullador (*Alouatta seniculus*) hace referencia a la infestación por larvas de nuca. Se ha reportado que los primates pueden ser parasitados por dos especies de dípteros braquíceros. La primera de ellas es *Dermatobia hominis* y en monos aulladores; y la especie *Cuterebra baeri*, la cual es huésped específico (Cristóbal-Azkarate et al., 2012; Milton et al., 2011). Inclusive, para esta última se ha identificado la mortalidad en monos aulladores (Milton, 1996).

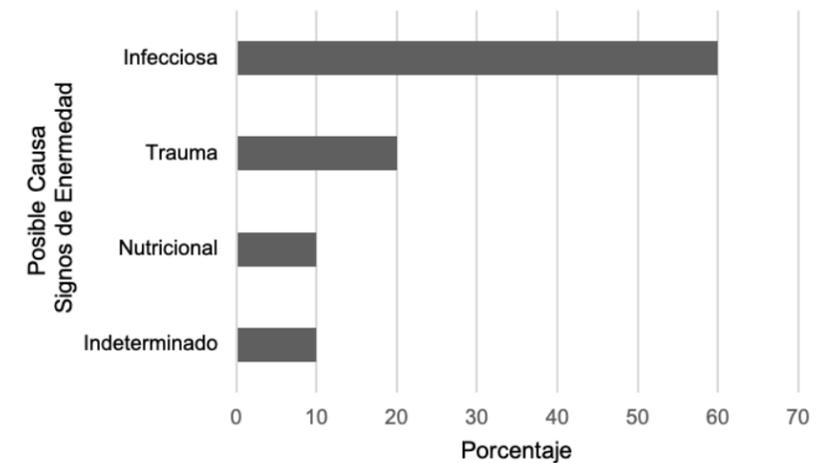
Para el tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*), se reporta un caso en el PNN Los Nevados, donde el individuo aparentemente presentó fiebre por garrapatas. Las garrapatas son reservorios de una gran cantidad de bacterias, virus y protozoos que impactan la salud de la fauna silvestre, doméstica y humana, generando inclusive pérdidas económicas (Rodríguez-Vivas et al., 2016). Se han reportado infestaciones con garrapatas de la especie *Amblyoma oblongoguttatum* en animales silvestres (pecaríes, tapires, felinos, ciervos y caninos) y animales domésticos (perros) (Ojeda-Chi et al., 2018). Es importante resaltar que al tener una mayor diversidad de especies, se puede generar el efecto dilución, lo que quiere decir que el riesgo de adquirir una enfermedad zoonótica generada por garrapatas como, por ejemplo, la enfermedad de Lyme se reduce en la medida en que aumenta la diversidad de especies (Ostfeld, 2009).

2. Mortalidad masiva de fauna silvestre: en las encuestas se reportaron 17 muertes masivas por causas de origen natural en el 41,17 % (7) de los casos; antropogénico en el 35,3 % (6); indeterminado, el 17,64 % (3); e infeccioso en el 5,89 % (1). El término origen natural hace referencia a causas originadas por la naturaleza e incluye sequías, incendios, falta de oxígeno, evaporación y depredación por comadrejas, factores que en muchos casos pueden estar asociados al cambio climático. Respecto a las causas de origen antropogénico se reportan el atropellamiento, el derrame de gasolina, el uso de malla y barbasco y la cacería.

Estos hallazgos coinciden con las principales causas de pérdida de biodiversidad

Figura 1

Posibles causas de signos de enfermedad



identificadas a nivel mundial: deforestación, sobreexplotación de los recursos naturales, cambio climático e introducción de especies invasoras (Morris, 2010). Esto se evidencia en el riesgo que presentan especies como *Cuniculus taczanowskii* (NT) y *Sylvilagus sp.*, que son susceptibles a una rápida disminución en sus poblaciones debido a la cacería.

3. Fauna silvestre con signos de enfermedad: de las encuestas realizadas, se reportaron 20 casos de animales que presentaron signos de enfermedad. Estos signos se agruparon en cuatro posibles causas (Figura 1), dentro de las que prevalecen las de origen infeccioso, reportadas en un 60 % (12) de los casos, que incluyen: secreción nasal, sarna y fiebre por garrapatas. En dos parques nacionales se reporta la mortalidad de anfibios por quitridiomycosis, sin embargo, no se especifican los signos de enfermedad que presentaron los individuos antes de su muerte o si fue un diagnóstico postmortem. El 20 % (4) de los casos reportados son de origen traumático, como heridas o fracturas. El 10 % (2) de los reportes coincide con un posible origen nutricional en donde se observó baja condición corporal de los animales y el 10 % (2) de origen indeterminado en los que se reportó un caso de debilidad en un murciélago (*Lasiurus sp.*) y fatiga en gaviotas (*Leucophaeus atricilla*).

En cuanto a otras causas distintas asociadas a enfermedades, se evidencia la presencia de

sarna en conejos (*Sylvilagus sp.*), sin embargo, no se reporta específicamente la especie de ácaro causante. Los ácaros de la super familia Sarcoptidea están constituidos por 1100 especies y 12 familias de los cuales la mayoría son altamente huésped-específicos y pueden comportarse como comensales o parásitos (Bochkov, 2010; Bochkov & Valim, 2016). Dentro de estos se encuentra la especie *Leporacarus sylvilagi*, la cual fue aislada de conejos de la especie *Sylvilagus brasiliensis* recientemente en Brasil (Bochkov & Valim, 2016).

Por otro lado, se identifica la presencia de fiebre amarilla en monos aulladores (*Alouatta seniculus*). La fiebre amarilla, originada por un flavivirus, tiene un ciclo selvático que por medio de un vector afecta diferentes poblaciones de primates, entre los que los monos aulladores resultan más susceptibles; sin embargo, la misma puede salir de su área endémica original y afectar la salud humana (Moreno et al., 2015). Es importante anotar que una epidemia de fiebre amarilla puede reducir una población dada al empeorar su estado de conservación.

En cuanto a la quitridiomycosis, esta enfermedad ha sido reconocida a nivel mundial como una causa de disminución de las poblaciones de anfibios (Cunningham et al., 2017). No obstante, para llegar a la conclusión que esta enfermedad está generando problemas en anfibios en diferentes ecosistemas nacionales, se hace

necesario recolectar datos del patógeno *in situ*, así como un estudio sistemático de las poblaciones afectadas (Cunningham et al., 2017).

En general, los posibles factores infecciosos tienen un rol muy importante en el desarrollo y permanencia de una enfermedad de lo que se sigue la necesidad de identificarlos, ya que se pueden encontrar interacciones que amenacen la supervivencia de poblaciones, así como el riesgo de interacciones con animales domésticos e inclusive humanos (Rodríguez-Vivas et al., 2016).

4. Disminución de poblaciones de fauna silvestre: la disminución de poblaciones de fauna silvestre se reporta en 22 de las encuestas. La causa indeterminada es del 50 % (11); pérdida de hábitat el 27,27 % (6); depredación en el 13,63 % (3); ambiental el 4,55 % (1); e infecciosa en el 4,55 % (1) de los casos. La pérdida de hábitat contribuye a la disminución de especies como el *Choloepus hoffmani*, el *Steatornis caripensis* y el *Alouatta seniculus*, y se asocia a la escasez de la oferta de alimento. En el caso de disminución de población por un proceso infeccioso se señalan los nuches y/o la fiebre amarilla como causa directa en el *Alouatta seniculus*. Con todo, no existen censos de poblaciones antes y después de los eventos manifestados que respalden la disminución de poblaciones por las causas anteriormente nombradas.

5. Presencia de animales domésticos y ferales: de las 43 encuestas, el 11,62 % (5) de las áreas no reportaron la presencia de animales domésticos: PNN Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel, PNN Cueva de los Guácharos, SFF Isla de la Corota, SFF Malpelo y el PNN Corales de Profundidad que es netamente marino. De las encuestas restantes, se obtuvieron 105 datos que registran la presencia de diferentes especies domésticas, en donde el 20 % (21) representa la presencia de equinos (caballos, mulas, burros) y caninos (incluye reporte de perros ferales y errantes), seguido con un 14,28 % (15) de bovinos (Figura 2).

En el 50,48 % (53) de las encuestas se reportó que los animales domésticos han sido observados en estado libre, 40,95 % (43) en estado libre/confinados y el 8,57 % (9) en estado de confinamiento. Estos animales pueden ocasionar ataques directos a la fauna silvestre.

Se ha documentado ampliamente la transmisión de enfermedades infecciosas debido a la interacción de animales domésticos y fauna silvestre (Miller et al., 2017), lo que constituye un gran reto en términos de la salud en procesos de conservación. Igualmente, muchas enfermedades pueden causar gran mortalidad o morbilidad, algo que genera, además, un efecto negativo en la economía (Baldock, 1999). Cuando los animales domésticos y silvestres tienen una proximidad cercana, las enfermedades pueden tener un impacto severo en la biodiversidad, la salud de las poblaciones y, eventualmente, en la salud humana (Mazet & Johnson, 2012).

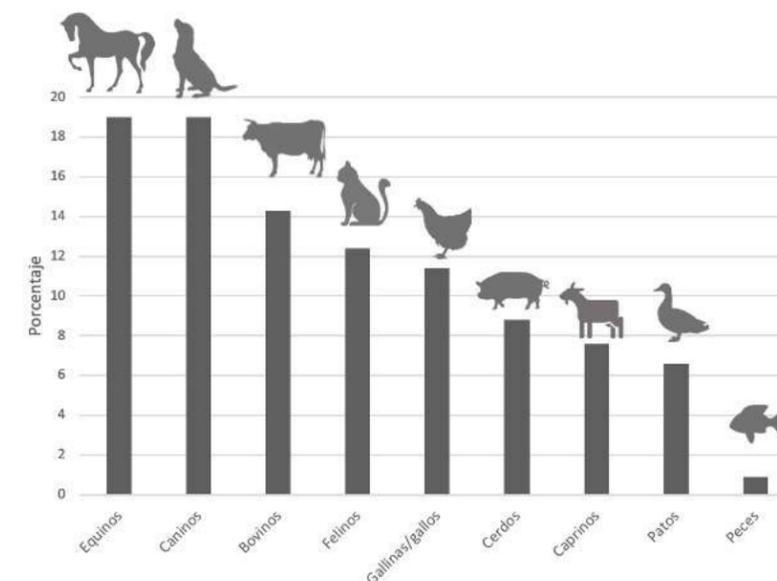
En este sentido, la ecología de las enfermedades ha reportado contagios emergentes en la interfase animales domésticos y especies silvestres, lo cual puede tener un efecto posterior en la reducción de poblaciones de animales silvestres y en la salud humana (Wiethoelter et al., 2015). Por otro lado, también se ha documentado la fauna silvestre como reservorio de enfermedades infectocontagiosas, lo cual puede impactar la salud de los animales domésticos y la salud humana en caso de enfermedades zoonóticas (Miller et al., 2013; 2017).

6. Cambios en vegetación natural: el 46,52 % (20) de los casos no reportan cambios en la vegetación, seguido por cambios asociados a deforestación 20,94 % (9), cambios naturales 9,3 % (4), incendios 6,98 % (3), hongos 4,65 % (2), entendidos estas como enfermedades fúngicas que afectan a las plantas. La minería, la ganadería, las especies invasoras, la disminución en la regeneración de vegetación o los cambios sin causa identificada constituyen un 2,32 % (1), cada uno.

Aunque en las encuestas se reporta la deforestación, la minería y ganadería en categorías separadas, en realidad la deforestación se origina para dar lugar a estas actividades e incluso a cultivos. El resultado es la fragmentación y degradación del hábitat, contaminación ambiental y la subsecuente alteración del equilibrio ecológico con lo que se produce un incremento en la vulnerabilidad de las poblaciones silvestres, los animales domésticos, la flora y el ser humano ante las enfermedades emergentes (Sehgal, 2010; Fisher et al., 2013). Igualmente, los cambios de vegetación pueden dar origen a

Figura 2

Porcentaje de animales domésticos en diferentes áreas del Sistema Nacional de Parques Nacionales de Colombia



desórdenes nutricionales o a una posterior disminución de poblaciones por falta de alimento, lo que va a generar cambios en la cadena trófica.

7. Necesidades de capacitación: por último, se realizó una pregunta encaminada a las necesidades de capacitación por parte del personal que trabaja en las áreas protegidas de Parques Nacionales Naturales. Los entrevistados manifestaron tener interés en capacitarse en bioseguridad frente a contacto y manipulación con fauna silvestre el 67,45 % (29) y en enfermedades zoonóticas el 32,55 % (14). Esto revela la necesidad de realizar capacitaciones frecuentes con el personal de las áreas protegidas y la asesoría por parte de médicos veterinarios especialistas en fauna silvestre para poder abordar los diferentes eventos de manera oportuna.

Además de lo anterior, existen reportes en algunas Reservas Naturales de la Sociedad Civil en las que se han manifestado diversos casos relacionados con entidades infecciosas no confirmadas. Es el caso del reporte hecho por Salcedo-Rivera et al. (2018) de un *Potos flavus* con dermatitis severa en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza y Montes de María en Sucre, así como reportes de afectación de fauna relacionados con aspectos antrópicos como la cacería, el atropellamiento, intoxicaciones o muerte por labores de jardinería en la Reserva

de la Sociedad Civil del Retorno y la Reserva Forestal Protectora Serranía de la Lindosa, ambas en Guaviare; y en las Reservas Naturales de la Sociedad Civil Jaime Duque y Ecoparque Sabana, en Cundinamarca. Esta situación, junto con los datos obtenidos a través de la encuesta, refuerza la necesidad de monitorear e investigar aspectos relacionados con la salud de las poblaciones silvestres en todo el sistema de áreas protegidas, sobre todo en aquellas zonas en donde los animales domésticos y los asentamientos humanos están presentes.

Para monitorear estas interacciones, el estudio debe hacerse de manera rutinaria y multidisciplinaria con el objetivo de establecer factores de relación (Daszak et al., 2004). Si bien el reporte visual de la condición de los animales sigue siendo una de las principales herramientas de evaluación, es importante comenzar a coleccionar muestras en diferentes grupos taxonómicos y componentes abióticos, explorando así la posibilidad de que sean tomadas mediante técnicas no invasivas (en el caso de fauna silvestre y que puedan ser usadas en procedimientos analíticos de ADN y no ADN, que permitan estudiar las características genéticas de poblaciones silvestres junto a su estado reproductivo, nutricional y de salud (Beichert, 2012). Es prioritario que se comiencen a plantear métodos de estudio para entidades infecciosas en poblaciones de fauna silvestre dentro de las áreas protegidas, con un

monitoreo constante de las interacciones ecológicas y la presencia y ausencia de factores que beneficien la presentación de enfermedades.

En este sentido el concepto de “Un Bienestar” aparece como la estrategia adecuada para coordinar los procesos encaminados a estudiar la salud de la fauna como elemento del ecosistema, unido al bienestar y desarrollo de las poblaciones humanas. Se resalta la necesidad de generar conceptos incluyentes que favorezcan el mantenimiento de las áreas protegidas y extender las

Conclusiones

A través de la encuesta se evidenciaron enfermedades originadas por la interacción entre la fauna silvestre y doméstica, enfermedades de origen nutricional, muertes por transformación de los ecosistemas y presencia de enfermedades zoonóticas. A esto se suman los reportes que se han hecho desde algunas Reservas Naturales

Agradecimientos

Agradecemos a los profesionales, técnicos y operarios de las áreas protegidas de Parques Nacionales Naturales de Colombia por compartir la información sobre salud de fauna silvestre a través de la encuesta implementada

Referencias

- Baldock, C. (1999). *New Technologies in the fight against Transboundary Animal Diseases* (Report 925). FAO-Japan Cooperative Project: Collection of Information on Animal Production and Health.
- Bechert, U. (2012). Noninvasive Techniques to Assess Health and Ecology of Wildlife Populations. En R. Miller, & M. Fowler (Eds.), *Zoo and Wild Animal Medicine. Current Therapy*. St Louis, Missouri, Estados Unidos: Elsevier, Saunders.
- Bochkov, A. (2010). A review of mammal-associated Psoroptidia (Acariformes: Astigmata). *Acarina*, 18(2), 99–260.
- Bochkov, A., & Valim, M. (2016). New species and records of mites of the superfamily Sarcoptoidea

estrategias de manejo aplicadas en los Parques Nacionales Naturales hacia otras categorías de áreas protegidas como las Reservas Naturales de la Sociedad Civil, empoderándolas en el proceso de investigación y participación comunitaria y vinculándolas en las estrategias de conservación planteadas a nivel nacional. Finalmente, la adopción de un enfoque multidisciplinario es indispensable para fomentar poblaciones resilientes de vida silvestre en tiempos de cambios socioecológicos sin precedentes (Duncan et al., 2019).

de la Sociedad Civil que ponen de manifiesto la necesidad de comenzar a evaluar de forma rutinaria el estado de salud de las poblaciones silvestres, animales domésticos, ser humano y medio ambiente. Estos componentes podrán ser asumidos como indicadores del estado de conservación de las áreas protegidas a través del concepto de “Un Bienestar”.

y manifestamos nuestro reconocimiento a su labor por la conservación de los recursos naturales del país. Agradecemos también a Daniela Dueñas Santafé por aportar los reportes de los casos de las reservas del departamento del Guaviare.

- (Acariformes: Psoroptidia) from mammals in Brazil. *Acta Parasitologica*, 61(1), 22–41.
- Cristobal-Azkarate, J., Colwell, D. D., Kenny, D., & Solo, B. (2012). First Report of Bot Fly (*Cuterebra baeri*) Infestation in Howler Monkeys (*Alouatta palliata*) from Mexico. *Journal of Wildlife Diseases*, 48(3), 822–825.
- Cunningham, A. A., Daszak, P., Wood, J. L. N., & Cunningham, A. A. (2017). One Health, emerging infectious diseases and wildlife: two decades of progress? *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 372(1725), 20160167. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0167>.
- Daszak, P., Tabor, G. M., Kilpatrick, A. M., Epstein, J. O. N., & Plowright, R. (2004). Conservation Medicine and a

New Agenda for Emerging Diseases. *Annals new york academy of sciences*, 11, 1–11.

- Duncan, C., Patyk, K., Wil, M., Shur, T., Leong, K., & Stephen, C. (2019). Perspectives on wildlife health in national parks: concurrence with recent definitions of health. *Human dimensions of wildlife*, 1–9.
- Fisher, M., Henk, D., Briggs, C., Brownstein, J., Madoff, L., Mccraw, S., & Gurr, S. (2013). Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. *Nature*, 484(7393), 186–194.
- García Pinillos, R. (2018). *One Welfare: A framework to improve animal welfare and human well-being*. Oxfordshire, UK: CABI.
- García Pinillos, R., Appleby, M., Manteca, X., Scott-park, F., Smith, C., & Velarde, A. (2016). One Welfare – a platform for improving human and animal welfare. *Veterinary Record*, 412–413.
- Kruse, M. (2019). Ecosystem Health Indicators. En B. Fath, (Ed.) *Encyclopedia of Ecology* (407–414). Elsevier.
- Mazet, J., & Johnson, C. (2012). Approaching Health Problems at the Wildlife–Domestic Animal Interface. En & M. R. Miller, *Fowler’s Zoo and Wild Animal Medicine. Current Therapy*. (Vol. 7). Elsevier Saunders.
- Miller, R. S., Farnsworth, M. L., & Malmberg, J. L. (2013). Diseases at the livestock – wildlife interface: Status, challenges, and opportunities in the United States. *Preventive Veterinary Medicine*, 110 (2), 119–132.
- Miller, R. S., Sweeney, S. J., Sloomaker, C., Grear, D. A., Salvo, P. A. Di, Kiser, D., & Shwiff, S. A. (2017). Cross-species transmission potential between wild pigs, livestock, poultry, wildlife, and humans: implications for disease risk management in North America. *Scientific Reports*, 7 (7821), 1–14.
- Milton, K. (1996). Effects of bot fly (*Alouattomyia baevi*) parasitism on a free-ranging howler monkey (*Alouatta palliata*) population in Panama. *J. Zool.*, 39–63.
- Milton, K., Lozier, J. D., & Lacey, E. A. (2011). Isolation of novel microsatellites for the howler monkey bot fly. *Conservation Genet Resour*, 3, 403–407.
- Moreno, E. S., Agostini, I., Holzmann, I., Bitetti, M. S. Di, Oklander, L. I., Kowalewski, M. M., Beldomenico, P. M., Goenaga, S., Martínez, M., Lestani, E., Desbiez, A. L. J., & Miller, P. (2015). Yellow fever impact on brown howler monkeys (*Alouatta guariba clamitans*) in Argentina: a metamodelling approach based on population viability analysis and epidemiological dynamics. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 110 (7), 865–876.
- Morris, R. J. (2010). Anthropogenic impacts on tropical forest biodiversity: a network structure and ecosystem

functioning perspective. *Transactions of the Royal Society B*, 365, 3709–3718.

- Ojeda-Chi, M., Rodríguez-Vivas, R., M, E., Pérez de León, A., Modarelli, J., & Villegas-Pérez, S. (2018). Ticks infesting dogs in rural communities of Yucatan, Mexico, and molecular diagnosis of rickettsial infection. *Transboundary and Emerging Diseases*, 66(1), 102–110.
- Ostfeld, R. S. (2009). Biodiversity loss and the rise of zoonotic pathogens. *Clinical Microbiology and Infection*, 15(1), 40–43.
- Rodríguez-Vivas, R. I., Apanaskevich, D. A., Ojeda-Chi, M. M., & Trinidad-Martínez, I. (2016). Ticks collected from humans, domestic animals, and wildlife in Yucatan, Mexico. *Veterinary Parasitology*, 215, 106–113.
- Salcedo-Rivera, G. A., Fuentes-Mario, J. A., Tovar-Márquez, J., Montes-Benítez, L. F., Rojano, C., Arias-Bernal, L., & González-Maya, J. F. (2018). Registro inusual de *Potos flavus* (Schreber, 1774) (Mammalia: Carnivora: Procyonidae) con dermatitis severa en Montes de María, Sucre, Colombia. *Mammalogy Notes*, 5(2), 18–21.
- Sehgal, R. N. M. (2010). Deforestation and avian infectious diseases. *The Journal of Experimental Biology*, 213, 955–960.
- Stephen, C. (2014). Toward a modernized definition of wildlife health. *Journal of Wildlife Diseases*, 50(3), 427–430.
- Wiethoelter, A. K., Beltrán-Alcrudo, D., Kock, R., & Mor, S. M. (2015). Global trends in infectious diseases at the wildlife – livestock interface. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(31), 9662–9667. <https://doi.org/10.1073/pnas.1422741112>.



Foto: Yessy Loraine García

Monitoreo del recurso almeja (*Polymesoda arctata*) en la Ciénaga El Torno, Vía Parque Isla De Salamanca, Caribe colombiano



Foto: Yessy Loraine García

Yessy Loraine García Luna

Bióloga. Profesional de apoyo de Investigación y monitoreo. Vía Parque Isla de Salamanca. Parques Nacionales Naturales de Colombia. garciay1902@gmail.com

Lina María García Calderón

Bióloga. Profesional Universitario Grado 11. Vía Parque Isla de Salamanca. Parques Nacionales Naturales de Colombia. limargaca@gmail.com

Andrés Felipe González Pérez

Biólogo. Profesional Especializado. Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE) afgonzalez@cardique.gov.co

Patricia Saldaña Pérez

Ingeniera Pesquera. Jefe de Área Protegida. Vía Parque Isla de Salamanca. Parques Nacionales Naturales de Colombia. patricia.saldana@parquesnacionales.gov.co

Monitoring of the Resource Clam (*Polymesoda arctata*) in El Torno Marsh, Vía Parque Isla De Salamanca, Colombian Caribbean

RESUMEN

Debido a que la almeja *Polymesoda arctata* es considerada un indicador de buenas condiciones ambientales en la ecorregión Ciénaga Grande de Santa Marta, el área protegida planteó determinar la densidad y estructura de tallas realizando monitoreos anuales en once estaciones establecidas en la ciénaga el Torno. Para ello, se colectaron los individuos con una draga van Veen. Como resultado de esto, se obtuvo el mayor número de registros y densidades para el año 2017 (con 95 individuos; 92,59 ind/0,027 m²), seguidos por el 2019 (con 60 individuos; 58,4 Ind/0,027 m²) y (con 42 individuos; 42,4 Ind/0,027 m²), respectivamente. Las estaciones, con registros de densidades altas en los tres años de monitoreo son EP10 con densidades de 81,9, 30,2 y 13,6 Ind/0,027 m², seguida de la EP11 con densidades de 6,8, 1,0 y 20,5 Ind/0,027 m², y, por último, la EP09 con densidades de 1,0, 1,0 y 10,7 Ind/0,027 m².

Erwin Carbonó Palacio

Técnico profesional en Sistemas de Manejo de Gestión Ambiental. Técnico de apoyo. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Vía Parque Isla de Salamanca erwincarbono@gmail.com

Arcadio Altahona Mejía

Técnico en Recursos Naturales. Operario calificado. Grado 13. Vía Parque Isla de Salamanca. Parques Nacionales Naturales de Colombia. amaltahona@hotmail.com

Para el indicador estructura de tallas, en los tres años de monitoreo ha sido predominante la talla entre 26 y 30 mm, representadas por el 53,7 %; 50 % para los años 2017 y 2018, y 68,5 % para el año 2019, lo que indica que la especie presenta un crecimiento y una madurez

sexual dentro de los valores satisfactorios para la Vía Parque Isla de Salamanca en condiciones naturales en el hábitat.

Palabras claves: almeja, *Polymesoda arctata*, monitoreo, densidad y estructura

ABSTRACT

The clam *Polymesoda arctata* is considered as an indicator of good environmental conditions in the Ciénaga Grande de Santa Marta ecoregion, for this reason the Protected Area proposed to determine the density and size structure of the species, performing annual surveys, at eleven stations established in the Ciénaga El Torno, collecting the individuals with a van Veen dredge. Obtaining the highest number of records and density for the year 2017 with (95 individuals; 92.59 Ind/m²), followed by 2019 and 2018 with (60 individuals; 58.4 Ind/m²) and (42 individuals; 42.4 Ind/m²), respectively. The stations with high density records in the three years of monitoring are EP10 with densities of (81.9 – 30.2 – 13.6 Ind/m²), followed by the EP11 with density of (6.8, 1.0 and 20.5 Ind/0.027 m²) and finally EP09 with densities of (1.0, 1.0 and 10.7 Ind/0.027 m²). For the indicator size structure, in the three years of survey the predominant size encountered was between 26-30 mm, has been predominant, represented by 53.7 % and 50 % for the years 2017 and 2018, and 68.5 % for the year 2019, which indicates that the species presents growth and sexual maturity within the values satisfactory for Vía Parque Isla de Salamanca, in natural conditions in the habitat.

Keywords: clam, *Polymesoda arctata*, monitoring, density and structure

Introducción

Polymesoda arctata presenta una concha redondeada en su parte anterior y de forma angular en su parte posterior, con tres dientes cardinales y dos laterales en cada valva. Alcanza hasta los 40 mm de longitud en su seno pe-leal corto, con una coloración blanco-crema, frecuentemente con tintes purpúreos o grisáceos, periostraco marrón claro u oscuro; interior blancuzco a púrpura oscuro, a menudo con franjas radiales más oscuras en ambos extremos (Poutiers & Cipriani, 1992). Habita en fondos fangosos (Rueda & Urban, 1998), zonas pantanosas y aguas salobres (Cervigón et al., 1993) como las lagunas costeras del complejo lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM). Geográficamente, se ha registrado desde Belice hasta el golfo de Venezuela y el lago de Maracaibo (von Cosel, 1986; Díaz & Puyana, 1994).

En Colombia, específicamente en el Complejo Lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, la almeja tenía amplia distribución con representación en todos los cuerpos de agua del sistema, incluido el Complejo de Pajalal (Cosel, 1973). No obstante, algunos años más tarde, Palacio (1977) solo la pudo registrar para el sector occidental de la Vía Parque Isla de Salamanca (VIPIS), lo cual permitió concluir, además, que esta especie constituye un relicto en la región, donde actualmente existen bancos naturales asociados a los bosques de manglar de varias

de sus ciénagas, principalmente Poza Verde, El Torno y La Atascosa (INVEMAR, 2004; De La Hoz, 2005). *P. arctata* se encuentra catalogada como “vulnerable” en la lista de especies amenazadas del Caribe colombiano (INVEMAR, 2002) y es considerada un indicador de buenas condiciones ambientales en el área protegida, (Hernández, 1983; Botero et al., 1995, Santos-Martínez & Bateman, 1997). Con base en lo anterior y considerando otros estudios (INVEMAR, 2008), se puede afirmar que el sector occidental de la VIPIS constituye un refugio único de esta especie en toda la llanura deltaica del río Magdalena (de la Hoz, 2010).

Las actividades de extracción de recursos hidrobiológicos actualmente causan presiones y generan a su vez perturbaciones en los ecosistemas y tienen un impacto significativo en zonas del área protegida. Debido a lo anterior, se seleccionó la especie *Polymesoda arctata* como un Valor Objeto de Conservación (VOC) para la VIPIS, esto en razón de que es el único relicto que queda al interior de esta. Por todo lo anterior, se propuso realizar el monitoreo de la especie con la finalidad de determinar la densidad poblacional y las estructura de tallas, información que permitirá conocer el estado actual de las poblaciones y tomar decisiones en el área protegida en pro de la conservación de la especie.

Métodos

Área de estudio

La Vía Parque Isla de Salamanca es una de las 62 áreas protegidas que pertenece al Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. De conservación estricta y ubicada en el Complejo Lagunar Ciénaga Grande de Santa

Marta, más exactamente en el Departamento del Magdalena (Caribe colombiano), en jurisdicción de los municipios de Sitionuevo y Pueblo Viejo. Con una extensión total de 56200 ha, esta área protegida posee ecosistemas estratégicos para el desarrollo de la diversidad biológica

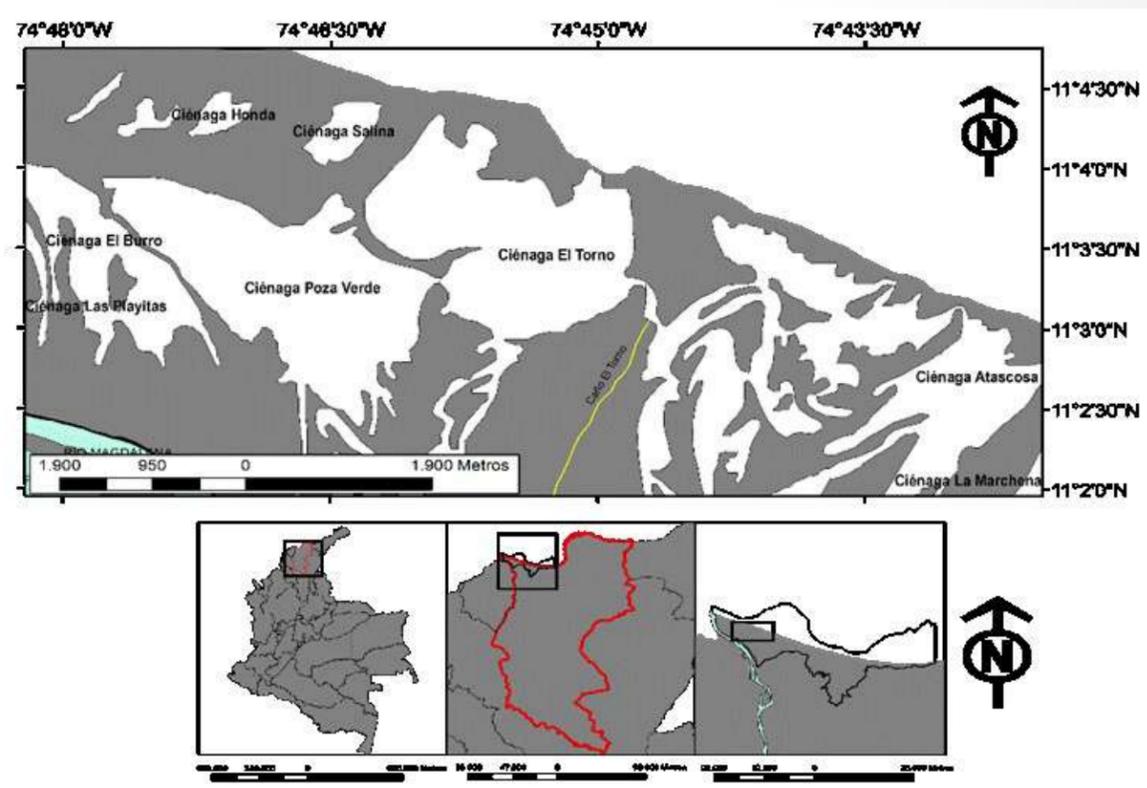
del sistema Ciénaga Grande de Santa Marta. Dada la disponibilidad de hábitats que ofrece, su importancia biológica es muy alta y ha sido catalogada con importantes denominaciones a nivel internacional, considerando el mosaico ecosistémico que la conforma. Por este motivo, junto a su diversidad biológica, el área cuenta con cuatro reconocimientos en tanto área de especial importancia para la conservación: Vía Parque (carácter nacional), Área de Importancia Internacional para la conservación

de las Aves (AICA), Zona Núcleo de la Reserva de la Biósfera y Humedal de Importancia Internacional Ramsar del Complejo Lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta (estos tres últimos de carácter internacional).

El monitoreo se realizó en la ciénaga El Torno, ubicada alrededor de las coordenadas geográficas 11°03'39.56" N y 74° 45'28.48" O (Figura 1). La ciénaga El Torno es el segundo cuerpo de agua de mayor tamaño en el sector occidental

Figura 1

Ubicación del área de estudio: Ciénaga El Torno, Vía Parque Isla de Salamanca



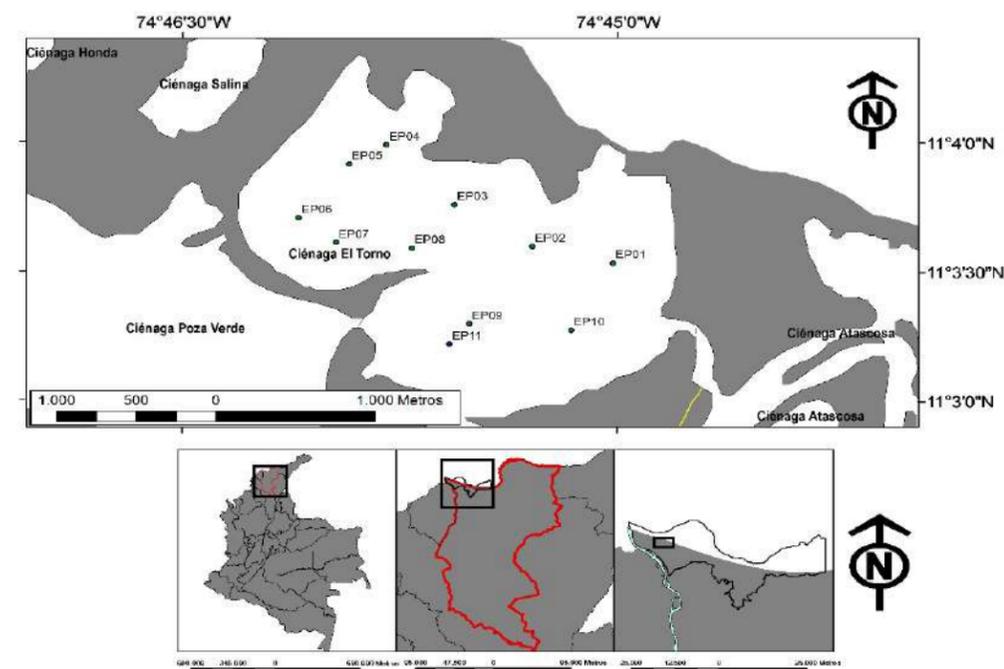
y el más profundo del área protegida. Este tiene una longitud de 2360 m y en su parte más ancha posee 2400 m. Además, cuenta con una profundidad promedio de 1,97 m y un área total de 384 ha. Presenta una turbidez promedio del agua de 48,5 NTU. En esta ciénaga se puede encontrar una “zona de pesca” o banco natural que está rodeada de bosque de mangle y aguas profundas, siendo este un ecosistema con las condiciones para el hábitat de la almeja *P. arctata* (PM 2017-2022).

Fase de campo

El monitoreo de *P. arctata* se realiza siguiendo una malla de muestreo de 11 estaciones distribuidas en la ciénaga el Torno (Figura 2). En cada estación se registran parámetros ambientales (como temperatura [°C], salinidad [UPS], pH y oxígeno disuelto [mg/L]) con una sonda multiparamétrica y de medición de turbidez Hanna-modelo HI 9829. Estas variables fueron medidas en el agua del fondo, debido

Figura 2

Estaciones de monitoreo establecidas en la Ciénaga El Torno, Vía Parque Isla de Salamanca



a la interacción de esta zona de la columna de agua con las almejas. El monitoreo se inició en el año 2017, realizando un muestreo anual a finales del mes de agosto, con un esfuerzo total de muestreo de 24 horas/hombre.

Adicional al registro de variables fisicoquímicas del agua, en cada una de las estaciones se realizó la recolección de muestras biológicas con una draga van Veen. Se realizaron tres réplicas por estación para obtener una mayor representatividad de la especie en el área de estudio. El máximo registro por estación se estableció en 60 individuos de *P. arctata* por réplica, sin embargo, en el caso de las réplicas en las que se

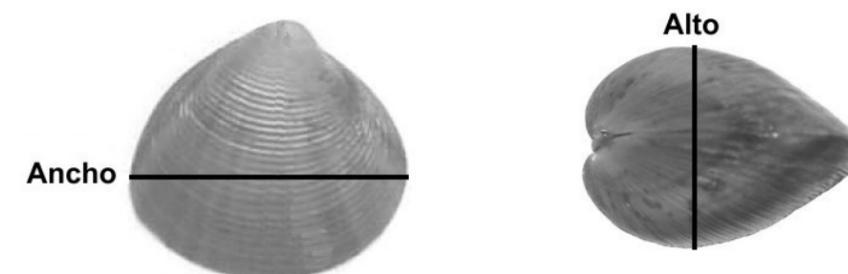
recolectaron más de 60 individuos, el excedente fue contabilizado para determinar la abundancia total. Posterior al registro de información biológica, todos los individuos fueron liberados en el mismo punto que fueron recolectados.

Estructura de tallas

Para cada uno de los individuos recolectados se hizo el registro de las medidas del ancho de la espiral del cuerpo (justo encima de la abertura) y el alto desde el ápice hasta el extremo inferior de la abertura (Figura 3). A partir de esta información se determinó la talla de los individuos.

Figura 3

Medidas registradas a cada individuo de almeja



Nota: De la Hoz (2008).

Densidad

Se determinó la densidad poblacional expresada como el número de individuos por metro cuadrado:

$$D = \text{Ind}/\text{m}^2 = n / C$$

Dónde:

n: número de individuos encontrados por cada réplica en cada estación

C: constante de conversión del área de cobertura de la draga utilizada a m^2 es de = 0,027.

Análisis de datos

Con los datos obtenidos en campo se elaboró una matriz en Excel para los respectivos análisis de datos mediante las herramientas de estadísticas descriptivas. A los datos se le aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov

para determinar si la distribución de estos era normal. A partir de esto, se determinó si utilizar estadísticos paramétricos o no paramétricos, lo cual arrojó que los datos cumplían con los supuestos de normalidad, con un valor P mayor a 0,05. Para comparar las abundancias por años, se realizó una prueba de análisis de varianza (ANOVA). Esto permitió determinar si existían diferencias significativas entre estas. Para la esquematización de resultados se utilizaron histogramas de barras y tablas.

Las variables ambientales se correlacionaron con abundancias por años mediante el coeficiente de correlación de Pearson, el cual presenta valores de -1 a +1, donde es el valor (0) el que indica que no existe asociación lineal entre las variables; por su parte, (-1) indica una correlación negativa perfecta, y (+1) una correlación positiva perfecta.

Resultados

Abundancia y densidad poblacional

Durante el monitoreo, se registraron un total de 199 individuos. El mayor número de reportes

ocurrió durante el año 2017 con un total de 95 individuos, seguida por los años 2019 y 2018 con 60 y 44 individuos, respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1

Abundancia y densidad poblacional por estación de muestreo de la *Polymesoda arctata* en la ciénaga el Torno, Vía Parque Isla de Salamanca

ESTACIONES	ABUNDANCIAS			DENSIDAD PROMEDIO IND/0,027m ²		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
EP01	0	0	0	0	0	0
EP02	0	0	0	0	0	0
EP03	0	2	0	0	2	0
EP04	0	0	2	0	0	1,9
EP05	0	2	1	0	1,9	1
EP06	0	1	0	0	1	0
EP07	1	1	1	1,0	1	1
EP08	2	5	10	1,9	4,9	0,7
EP09	1	1	11	1	1,0	10,7
EP10	84	31	14	81,9	30,2	13,6
EP11	7	1	21	6,8	1	20,5
TOTAL	95	44	60	91,6	42,9	58,4

En nueve de las once estaciones evaluadas se logró reportar la presencia de la especie. Se identificó en la estación número 10 la mayor cantidad de individuos registrados a lo largo de todos los monitoreos, con una representatividad promedio de 60,66 % de los individuos colectados en cada año de monitoreo, seguida por la estación 11 con un representatividad promedio del 14,87 %. En estas dos estaciones se registró más del 75 % de la abundancia total de los monitoreos.

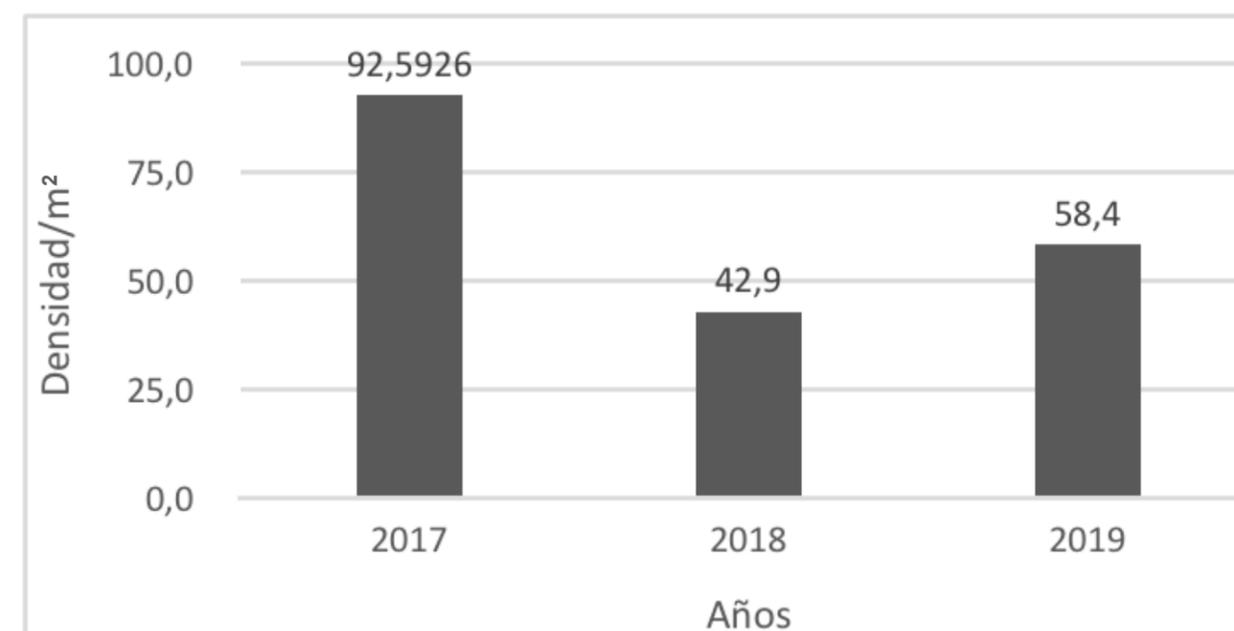
Al realizar la prueba de ANOVA para determinar si existían diferencias significativas entre las abundancias de almejas por año, se encontró

que no había diferencias significativas entre estas. En este sentido, los resultados arrojaron un valor $P > 0,05$ y valores de $F_{cal} < F_{tab}$.

La mayor densidad poblacional total de *Polymesoda arctata* se presentó durante el monitoreo del año 2017 (92,6 Ind/0,027 m^2), seguida por el año 2019 y 2018 con densidades de 58,4 Ind/0,027 m^2 y 42,9 Ind/0,027 m^2 , respectivamente (Figura 4). La mayor abundancia por estación de monitoreo en relación con años de muestreo se presentó en las estaciones 10 y 11 con mayores densidades respectivamente, valores que se ven reflejados, de manera directamente proporcional, con la abundancia por estación (Tabla 1).

Figura 4

Densidad poblacional total por años de muestreo



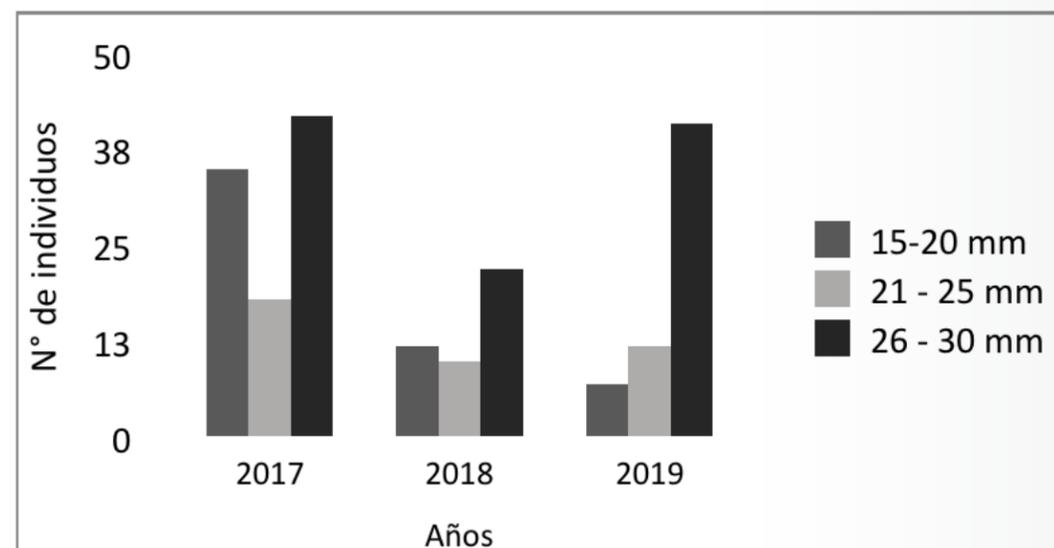
Estructura de tallas

De los 199 individuos reportados para la especie *P. arctata*, el 52,76 % (105 individuos) estuvo representado por el rango de talla de 26-36 mm, patrón que también se reflejó en cada uno de los monitoreos (Figura 5). El monitoreo realizado en el 2019 mostró la mayor representatividad en este rango de tallas del 68,4 % (41 individuos),

seguido por el monitoreo del año 2017 y 2018 con 53,7 % (42 individuos) y 50 % (22 individuos), respectivamente. Mientras que el rango que menor representatividad presentó fue el 21-25 mm, patrón que solo se evidenció en dos de los tres monitoreos, donde el año 2019, cuyo rango fue de 15-20 mm, resultó siendo el menos representado con un 11,6 % (7 individuos).

Figura 5

Frecuencia de tallas por cada año de monitoreo



VARIABLES AMBIENTALES

Durante los monitoreos realizados se obtuvieron resultados de las variables ambientales de salinidad, oxígeno disuelto, temperatura,

profundidad y transparencia (Tabla 2). Esto evidenció que estas variables, con excepción del oxígeno disuelto, presentaron los mayores valores en el año 2019. El oxígeno disuelto mostró sus mayores valores en el año 2017.

Tabla 2

Análisis de correlación de Pearson de variables ambientales y densidades del monitoreo de Almeja *Polymesoda arctata*

VARIABLES AMBIENTALES	2017			2018			2019		
	X	P	P ²	X	P	P ²	X	P	P ²
Salinidad	0,86	-0,22	0,05	5,22	-0,95	0,90	7,23	0,07	0,01
Oxígeno disuelto	6,09	-0,64	0,41	1,27	0,32	0,10	1,66	-0,23	0,05
Temperatura	29,1	-0,11	0,01	29,67	0,43	0,18	31,21	0,20	0,04
Profundidad	3,31	-0,37	0,14	3,12	-0,29	0,08	5,61	-0,28	0,08
Transparencia	54,64	-0,05	0,00	36,85	-0,31	0,10	68,82	-0,08	0,01
DENSIDAD TOTAL	95			44			60		

Nota: X: Promedio; P: Coeficiente de correlación de Pearson y P2: Coeficiente de determinación.

Discusión

Densidad

El registro de la máxima densidad durante el monitoreo del año 2017, con valores de (92,6 ind/m²), puede estar relacionado con el hecho que durante este año se registraron valores de salinidad bajos. Esta conclusión concuerda con lo reportado por de la Hoz (2005), quien señala que las mayores densidades de almejas se registran en la ciénaga el Torno con salinidades bajas, lo cual puede indicar que, en razón a los cambios estacionales, esta variable está condicionando cambios en la densidad de almejas en el tiempo. Lo que coincide, igualmente, con lo reportado por Bulger et al., (1993) donde señalan que la salinidad es la variable más importante que rige en los cambios de los sistemas estuarinos.

Durante los monitoreos de los años 2018 y 2019, se registraron densidades bajas con 42,9 ind/m² y 58,4 ind/m², respectivamente. Esto pudo deberse a los cambios de salinidad que se presentan en la ciénaga por la entrada de la cuña salina más densa, efecto de la apertura en la barra de arena en la ciénaga La Atascosa. Vale la pena anotar que esta apertura ocurre como consecuencia de la erosión costera (García, 1997) (lo cual genera un mayor ingreso de agua marina) y de la poca pluviosidad presentada en estos años de muestreos. De acuerdo con lo planteado por Cosel (1986), se considera que *P. arctata* puede sobrevivir en aguas dulces más de tres meses, mientras que, en aguas típicamente marinas, solamente podrían sobrevivir cuatro semanas (Severeyn et al., 1994).

Estructura de tallas

Los resultados obtenidos para la estructura de tallas en los rangos 26–30 mm con una representatividad entre el 50 % y el 68,4 %, corrobora lo reportado por de la Hoz (2005), quien encontró que las poblaciones de *P. arctata* mantienen estructuras de tallas entre el 50 % y 78 %, porcentajes dentro los valores aceptados. Duque (1993) afirma que la predominancia del rango de tallas de 25-30 mm en *P. arctata* puede deberse a que la tasa de crecimiento disminuye con la edad, lo cual resulta en que varios individuos de diferentes edades pueden pertenecer a un mismo rango de tallas. Además, Severeyn et al., (1996) han demostrado que esta almeja disminuye su tasa de crecimiento precisamente alrededor de los 25 mm.

Para el monitoreo del año 2019 el rango de tallas de 10-15 mm tuvo una representatividad baja con 11,6 % (7 individuos), asociando esto a lo reportado por de la Hoz (2005) quien afirma que haber tenido escasez de individuos entre 10 y 15 mm puede deberse a que los individuos juveniles se asientan en lugares distintos a las estaciones de monitoreo, prefiriendo los juveniles las orillas por contener más arena y cascajo, con mayor estabilidad en comparación con el sustrato de las zonas de pesca. Además, los ejemplares más juveniles suelen presentarse en valvas más frágiles, lo que los hace más susceptibles a depredadores y, por ende, a una mayor mortalidad.

Conclusiones

El área protegida Vía Parque Isla de Salamanca contribuye a la conservación del único relicto de la especie *Polymesoda arctata*, recurso hidrobiológico que ha sido sobreexplotado por más de 20 años. Se evidencia la presencia de sus poblaciones sólo en el sector occidental del parque, situación que exigió la implementación de una medida de manejo específica para esta especie, la cual se consolidó a través de la suscripción de un acuerdo de conservación "Acuerdo para la conservación entre Parques Nacionales

Naturales de Colombia y Asociación de Pescadores Artesanales de Almeja y Actividades Afines (ASIPESA)", Acuerdo 001 del 20 de Abril de 2018, en el marco del Proyecto "Desarrollo Local Sostenible de la Unión Europea" donde se vienen realizando recambio de actividades y disminución de las presiones.

Las poblaciones de esta especie se centran en el sector occidental del área protegida y actualmente se están aplicando las medidas de manejo que

prohíben la extracción de este recurso. Para ello, los pescadores han dejado la pesca para convertirse en operadores en servicios ecoturísticos. El cambio del estado poblacional de la especie se espera que sea paulatino, teniendo en cuenta el

Agradecimientos

Se agradece a los profesionales que iniciaron este proceso, en especial al Biólogo Marino Camilo Gómez, Arístides López Peña y a todo el equipo de la Vía Parque Isla de Salamanca, por su

año en que se firmó el acuerdo de conservación y las condiciones óptimas para el desarrollo de la especie. Cabe resaltar que los resultados de los monitoreos realizados indican que la mayoría de los individuos se encuentran en los rangos adecuados en su estructura de tallas.

colaboración y aportes en el proceso de la toma de datos. A los pescadores de ASIPESA por ser nuestros aliados para la conservación de la especie al interior del área protegida.

Referencias

Botero, L., J.E. Mancera-Pineda, L.A. Vidal, A. Santos-Martínez, G. Ramírez, M.L. Fontalvo, L.F. Espinosa, W. Troncoso, E. Viloria & J.G. Salazar. (1995). *Informe sobre la mortandad masiva de peces ocurrida en el complejo lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta-Caribe Colombiano*, en junio de 1995. INVEMAR.

Cadavid, B.C., Bautista, P.A., Espinosa, L.F., Hoyos, A.J., Malagón, A.M., Mármol, D., Orjuela, A.M., Parra, J.P., Perdomo, L.V., Rueda, M., Villamil, C.A., & Viloria, E.A. (2011). *Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta*. INVEMAR.

de la Hoz, M.V. (2005). *Distribución, abundancia y aspectos biológicos de la almeja Polymesoda arctata Philippi, 1846 (Bivalvia: Corbiculidae) en la Isla de Salamanca, Caribe colombiano* [Tesis de Maestría sin publicar]. Universidad Nacional-INVEMAR.

Díaz, J.M. & Puyana, M. (1994). *Moluscos del Caribe Colombiano. Un catálogo ilustrado*. COLCIENCIAS-Fundación Natura-INVEMAR.

Duque, P. (1993). *Algunos aspectos de la biología y ecología de Polymesoda arctata (almeja) en la Bahía de Marirrio (Golfo de Urabá)* [Tesis de pregrado sin publicar]. Universidad de Antioquia.

García, C. (1997). *Biología, ecología y aspectos de cultivo del hacha Pinna carnea (Gmelin, 1791) (Mollusca, Bivalvia, Pinnidae) en la región de Santa Marta, Caribe colombiano* [Tesis de pregrado sin publicar]. Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Hernández, C.A. (1983). *Estado actual de los bancos naturales de Crassostrea rhizophorae (Guilding, 1828) en el norte de la Ciénaga Grande de Santa Marta* [Tesis de pregrado sin publicar]. Universidad Nacional de Colombia.

INVEMAR. (2002). *Informe del estado de los ambientes marinos y costeros de Colombia*. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR)

Martínez-Viloria, H. (2014). *Análisis sobre la presión por pesca en áreas protegidas con jurisdicción marino-costera adscritas a las Dirección Territorial Caribe de Parques Nacionales Naturales de Colombia*. (Informe Técnico; documento de Circulación Interna).

Poutiers, J. M. & Cipriani, R. (1992). *Gastrópodos y Bivalvos*. En Cervigón, F., R. Cipriani, W. Fischer, L. Garibaldi, M. Hendrickx, A. J. Lemus, R. Márquez, J. M. Poutiers, G. Robaina & B. Rodríguez (Eds.). *Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América*. Preparado con el financiamiento de la Comisión de Comunidades Europeas y de NORAD.

Rueda, M. & Urban, J. (1998). Population dynamics and fishery of the fresh-water clam *Polymesoda arctata* (Corbiculidae) in Ciénaga Poza Verde, Salamanca Island, Colombian Caribbean. *Fisheries Research*, 39, 75-86.

Santos-Martínez, A. & Bateman, N. (1997). *Evaluación de los principales recursos pesqueros de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Informe programa Calidad Ambiental Marina*. Proyecto DELTA. INVEMAR.

Severeyn J.H., Garcia Y., & Ewald, J. J. (1994). Taxonomic revision of *Polymesoda arctata* (Philippi, 1846) (Bivalvia: Corbiculidae), a new name for *Polymesoda arctata*, the estuarine clam of Lake Maracaibo and other estuaries of the tropical Atlantic coasts of America. *Ciencia*, 2(2), 53-65.

Severeyn, H.J., Y. García, J.J. Ewald, & F. Morales. (1996). Efectos de parámetros ambientales y la talla inicial sobre el crecimiento de la almeja comercial *Polymesoda arctata* (Philippi, 1846) (Bivalvia: Corbiculidae) en condiciones naturales. *Revista Facultad Agronomía*, 13, 341-356.

Von Cosel, R. (1973). Lista preliminar de los moluscos de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia). *Mitt. Inst. Colombo-Alemán. Investigación Científica*, 7, 47 – 57.

Von Cosel, R. (1986). Moluscos de la región de la Ciénaga Grande de Santa Marta (costa del Caribe de Colombia). *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas*, 15-16, 79- 370.



Foto: Luis Payán

Monitoreo de aves marinas en el Parque Nacional Natural Gorgona



Foto: Luis Payán

Seabirds Monitoring in the Gorgona National Natural Park

Luis Fernando Payan

Biólogo. Profesional de investigación y monitoreo. Estación Científica Henry von Prael Parque Nacional Natural Gorgona. Parques Nacionales Naturales de Colombia. estacioncientificagorgona@gmail.com

Héctor Chirimía González

Técnico de investigación y monitoreo. Estación Científica Henry von Prael. Parque Nacional Natural Gorgona. Parques Nacionales Naturales de Colombia. gorgona@parquesnacionales.gov.co

María Ximena Zorrilla Arroyave

Bióloga. Jefe de Área protegida. Parque Nacional Natural Utría. Parques Nacionales Naturales de Colombia. maria.zorrilla@parquesnacionales.gov.co

Ever Solís Pedroza

Operario. Parque Nacional Natural Gorgona. Parques Nacionales Naturales de Colombia. gorgona@parquesnacionales.gov.co

Pedro Javier Acevedo

Técnico administrativo. Parque Nacional Natural Gorgona. Parques Nacionales Naturales de Colombia. gorgona@parquesnacionales.gov.co

José Hercilio Montaña Sinisterra

Técnico. Parque Nacional Natural Gorgona. Parques Nacionales Naturales de Colombia. gorgona@parquesnacionales.gov.co

Abad Ruiz Sinisterra

Operario. Parque Nacional Natural Gorgona. Parques Nacionales Naturales de Colombia. gorgona@parquesnacionales.gov.co

Justino Sinisterra

Operario. Parque Nacional Natural Gorgona. Parques Nacionales Naturales de Colombia. gorgona@parquesnacionales.gov.co

Teofilo Solis

Operario. Parque Nacional Natural Gorgona. Parques Nacionales Naturales de Colombia. gorgona@parquesnacionales.gov.co

Héctor Javier Montaña

Técnico. Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga. Parques Nacionales Naturales de Colombia. administrativo.malaga@parquesnacionales.gov.co

RESUMEN

El Parque Nacional Natural Gorgona (PNN Gorgona), desde el año 2002 viene realizando el monitoreo de aves marinas, el cual tiene como objetivo realizar censos y seguimiento a las poblaciones del ensamblaje de aves marinas residentes, Valor Objeto de Conservación (VOC) del área protegida. Las poblaciones de aves más abundantes pertenecen a las especies pelicano pardo (*Pelecanus occidentalis murphyi*), piquero café (*Sula leucogaster etesiaca*), piquero de patas azules (*Sula neboxii*) y la fragata (*Fregata magnificens*). El tamaño de las poblaciones se ha determinado en 5000 pelícanos, 3000 fragatas, 300 piqueros cafés y entre 6000 – 7000 piqueros de patas azules. En el parque se reproduce el piquero café en los islotes rocosos del

costado norte de Gorgona y los del costado suroriental de Gorgonilla, y el pelicano pardo en los árboles en Gorgonilla. La fragata y el piquero de patas azules son especies que siempre se encuentran en la isla, pero solo utilizan el área para descanso y alimentación. El programa de monitoreo de aves marinas en el PNN Gorgona ha permitido evidenciar el buen estado de este VOC, reflejado en la estabilidad de sus poblaciones a través del tiempo, y afirmado en los análisis de integridad ecológica del área.

Palabras clave: *Pelecanus occidentalis*, *Fregata magnificens*, *Sula leucogaster*, *Sula neboxii*, monitoreo, poblaciones.

ABSTRACT

Gorgona National Park (Gorgona NNP) has been monitoring seabirds since 2002, which aims to carry out censuses and follow-up of the populations of assembly of resident seabirds, Gorgona NNP conservation value. The most abundant birds populations are Brown Pelican (*Pelecanus occidentalis murphyi*), Brown Booby (*Sula leucogaster etesiaca*), Blue-footed Booby (*Sula neboxii*) and Frigatebird (*Fregata magnificens*). These populations have been determined in 5000 Pelicans, 3000 Frigatebirds, 300 Brown Booby and 6000 – 7000 Blue-footed Booby. The Brown Booby reproduces on the rocky islets on the north side of Gorgona and on the south east side of Gorgonilla; Brown Pelican breeds in the Gorgonilla trees. The Frigatebird and Blue-footed Booby are always found in the island, but only use the area for rest and food.

Keywords: *Pelecanus occidentalis*, *Fregata magnificens*, *Sula leucogaster*, *Sula neboxii*, monitoring, populations.

Introducción

La isla de Gorgona está dentro de las localidades del Pacífico colombiano que se consideran cruciales para la supervivencia de las aves marinas a escala regional (Naranjo et al., 1998), ya que sostiene colonias de descanso y anidación de *Pelecanus occidentalis murphyi*, *Sula neboxii*, *S. leucogaster etesiaca* y *Fregata magnificens* (Nelson, 1978; Naranjo, 1986; Ortiz, 1990; Falk, 1993; Franke & Falk, 2001) que dependen del ecosistema marino para su alimentación. En el año 2005 el Parque Nacional Natural Gorgona (PNN Gorgona) obtuvo el reconocimiento como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA Co 120) por mantener poblaciones reproductivas de aves marinas y congregatorias. Adicionalmente, Gorgona hace parte del Complejo Marino-Costero Iscuandé–Sanquianga–Gorgona, que es el área más importante para aves playeras y marinas de Colombia (PNN Gorgona, 2018).

Las aves marinas del PNN Gorgona son comunes del Pacífico Oriental Tropical, pero es

destacable el hecho que la subespecie de piquero café que anida en la isla es endémica del Pacífico Oriental Tropical y en Gorgona tiene su mayor colonia de reproducción en todo su rango de distribución (Estela & Zamudio, 2008). El ensamble de aves marinas es considerado un Valor Objeto de Conservación en el PNN Gorgona y su monitoreo a largo plazo ha logrado la vinculación activa de los funcionarios del parque, guardaparques voluntarios e investigadores, que después de una capacitación y acompañamiento importante realizado los primeros años por la Asociación Calidris (miembros del comité científico del PNN Gorgona), ha permitido que el equipo del parque lo implemente todos los meses del año. En este sentido, se aporta a la implementación del programa de monitoreo, al logro de los objetivos de conservación del parque y al manejo en sí del área protegida, brindando información al manejo del complejo Iscuandé–Sanquianga–Gorgona.

Métodos

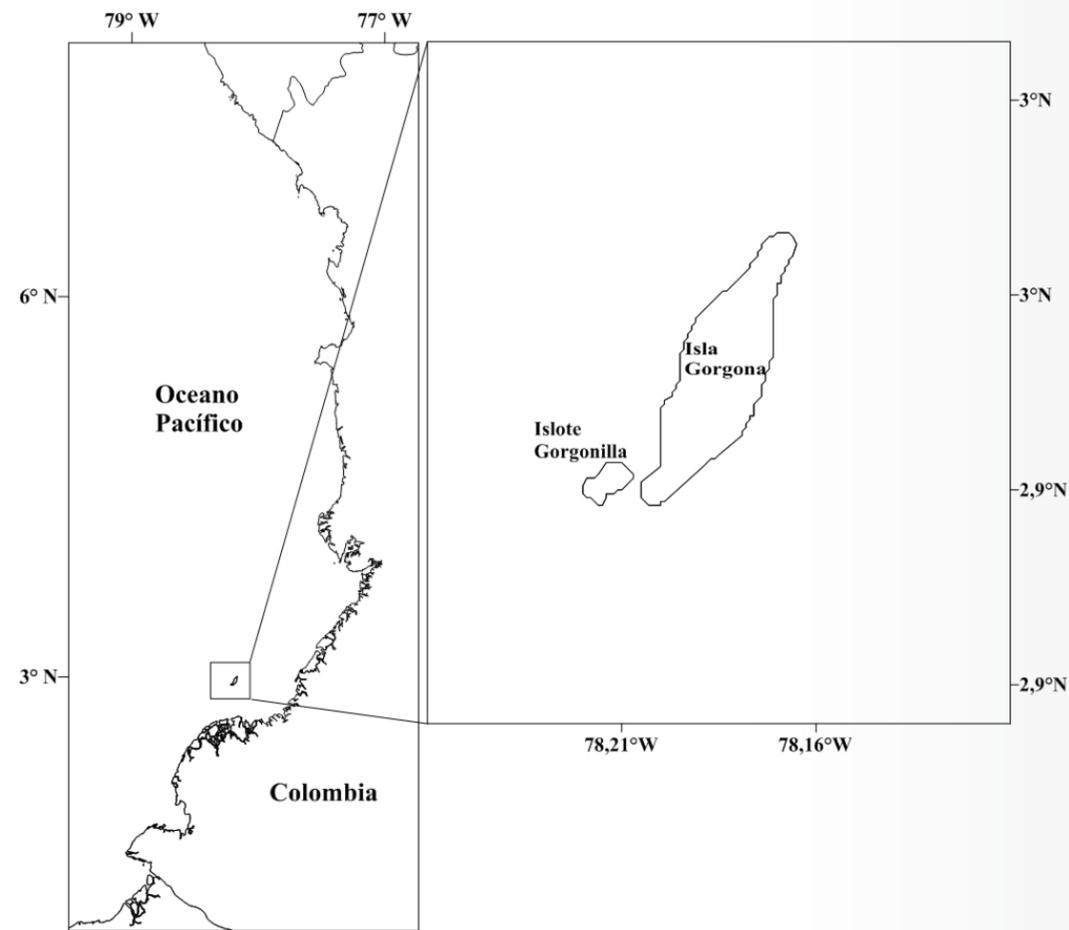
Área de estudio

El PNN Gorgona es un área protegida de 61687,5 ha. Estas incluyen el territorio insular y el área marina y se localiza en el océano Pacífico, al suroccidente colombiano (región Pacífico Sur, Figura 1). El área terrestre del Parque es de 1382,29 ha (1333,29 ha Gorgona y 48,99 ha Gorgonilla), lo que corresponde al 2,40 % del territorio total; en tanto, el área marina alcanza

60305,22 ha equivalentes al 97,76 % del área. Las coordenadas geográficas la ubican al norte entre las 03°06´00"N, 78°06´00"W y 03°06´00"N, 78°18´00"W; y hacia el sur entre 02°49´00"N, 78°18´00"W y 02°49´00"N, 78°14´00"W, desde este punto, hasta las 02°56´00"N, 78°06´00"W, cerrándose en un rectángulo, cortado en su vértice sur oriental, entre las coordenadas norte y sur (PNN Gorgona, 2018)

Figura 1

Ubicación geográfica del PNN Gorgona donde se realiza el monitoreo de aves marinas



Monitoreo de aves marinas

El monitoreo de aves marinas se realiza mediante censos visuales durante dos días consecutivos, la primera semana de cada mes, en los cuales se cubre la zona norte y la zona sur de la isla. El recorrido inicia a las 6:00 saliendo a bordo de un bote con motor fuera de borda desde El Poblado, bordeando la zona costera de la isla. El conteo es realizado por dos observadores entrenados quienes, según la especie, discriminan adultos, juveniles, polluelos, machos y hembras. Además de las dos especies de piqueros objeto de monitoreo (*S. leucogaster* y *S. neboxii*), también se ha registrado la presencia de *S. variegata* en algunas temporadas. En cada registro se incluye la actividad de los individuos (vuelo o descanso) y, en caso de vuelo, se registran solo aquellos que se desplazan en dirección contraria al recorrido del bote.

Los recorridos de observación alrededor de la isla Gorgona están distribuidos en tres trayectos lineales (Poblado-Horno, Horno-Palmasola y Palmasola-Palmeras) y uno circular (Horno) en la zona norte de la isla, además de un trayecto lineal (Poblado-Tasca) y dos circulares (Gorgonilla y El Viudo) en la zona sur (Payan, 2016). Para determinar el tamaño de las poblaciones se utilizó la metodología de censos visuales, siguiendo lo descrito por Cadena (2004) y ajustado por Garcia-Urdinola et al. (2016) en el protocolo de monitoreo del PNN Gorgona.

La presentación de los resultados se hace mediante estadística descriptiva, utilizando el promedio de las series de tiempo en cada uno de los meses para la variación mensual de las poblaciones, mientras que, para la abundancia anual, se utilizó el número máximo registrado en cada año.

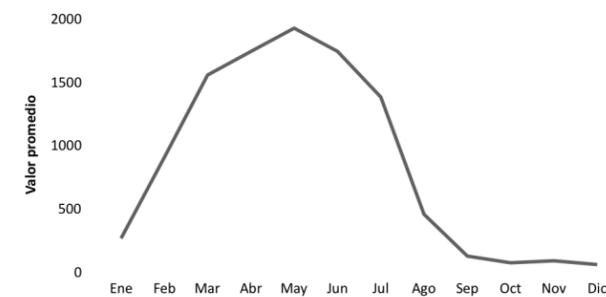
Resultados y discusión

Pelícanos (*Pelecanus occidentalis murphyi*)

La abundancia máxima registrada de pelícanos fue de 5204 individuos en abril del 2008, mientras que en 2010 se registró la menor cantidad con tan solo 285 individuos. La abundancia de los pelícanos está directamente relacionada con su temporada reproductiva, la cual presenta un ciclo bien definido, iniciando en febrero y finalizando en agosto, cuando la gran mayoría de individuos abandonan el área (Figura 2). Cadena et al., (2010) determinaron una población aproximada de 5000 pelícanos donde se congregan entre 700 y 1000 parejas cada año para reproducirse.

Figura 2

Promedio mensual de pelícanos 2002–2019.



Los pelícanos anidan exclusivamente en el islote de Gorgonilla sobre el dosel del bosque (Figura 3) y no lo hacen en la isla Gorgona, muy probablemente evitando la depredación en los nidos por parte de los monos cariblancos (*Cebus capucinus*), los cuales no se encuentran presentes en Gorgonilla.

Figura 3

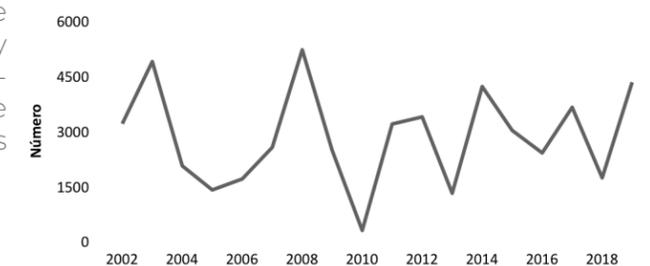
Pelícanos anidando



La abundancia anual de los pelícanos en el PNN Gorgona es muy variable (Figura 3 y 4) y probablemente está modelada por las condiciones oceanográficas y la oferta de alimento. En términos generales, la temperatura del mar en el pacífico oriental tropical disminuye durante los primeros meses del año (enero - abril), caracterizándose por ser una época de aguas frías y de alta salinidad debido al ingreso de agua fría proveniente de la surgencia que se desarrolla en la bahía de Panamá desde finales de diciembre hasta abril (Giraldo et al., 2008). Los pelícanos presentan una dieta especializada en carduma (*Cetengraulis mysticetus*) (Falk 1994; Franke & Falk 2001), recurso pesquero que presenta dos periodos claramente diferenciados: una pretemporada que va desde el inicio de pesca, aproximadamente desde febrero hasta abril; y posteriormente una temporada que inicia en mayo y va hasta septiembre (Zapata et al., 2011). La reproducción del pelícano y su abundancia en el área de Gorgona está directamente relacionada con la oferta de alimento producida por el afloramiento de la carduma durante el enfriamiento del agua en los primeros meses del año. Esta relación fue descrita por Angehr & Kushlan (2007) para la reproducción sincrónica de pelícanos durante este periodo en el Golfo de Panamá.

Figura 4

Registro histórico anual (número máximo registrado) de pelícanos en el PNN Gorgona 2002–2019



Fragatas (*Fregata magnificens*)

La fragata es una especie considerada residente en el PNN Gorgona. Se registraron abundancias anuales entre los 1000 y 3600 individuos (Figura 5), con una abundancia máxima registrada de 3651 individuos, en agosto de 2010, valor aproximado a lo reportado por Cadena et al., (2010) quienes determinaron su población aproximadamente en 3000 individuos. Las fragatas

Figura 5

Registro histórico anual (número máximo registrado) de fragatas en el PNN Gorgona 2002-2019

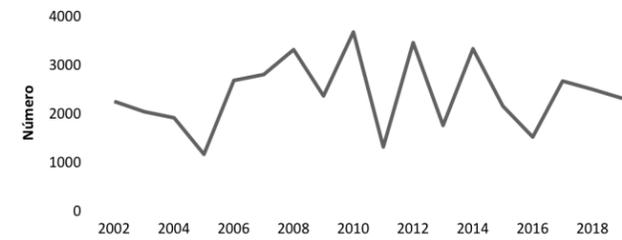
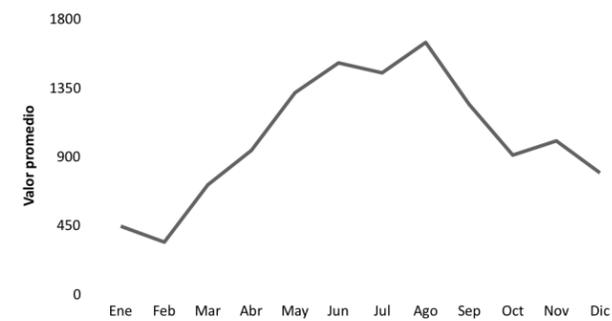


Figura 6

Promedio mensual de fragatas 2002-2019



presentan picos de abundancia en los meses de mitad de año, entre junio y agosto (Figura 6) y se concentran principalmente en el islote de Gorgonilla, utilizando el área para alimentación y descanso. No se tienen registros de anidación de esta especie, no obstante, se han observado frecuentemente machos exhibiendo el saco gular rojo en conducta de cortejo. Las principales colonias de cría en el Pacífico se encuentran en Isla Palma, Valle del Cauca (Naranjo et al., 1998).

Piquero Café (*Sula leucogaster etesiaca*)

El piquero café presenta la población más pequeña de las aves marinas residentes en el PNN Gorgona (Figura 7). Durante los años de monitoreo se registró una abundancia máxima de 393 individuos en mayo de 2009, mientras que el año en que presentó menor abundancia fue en 2017, cuando se registraron 172 individuos. Su población fue determinada en aproximadamente 300 individuos (Cadena et al., 2010), sin embargo, la máxima abundancia registrada (393 individuos) (Figura 8) muestra un aumento en casi 100 individuos que representan el 33 % de la población definida. En 1990, Ortiz-von Halle estimó el

Figura 7

Piquero café con polluelo



tamaño máximo de la colonia reproductiva en 500 individuos, número que nunca ha sido registrado en los años de monitoreo, sugiriendo que este dato podría estar sobreestimado.

El piquero café es una especie residente del PNN Gorgona que utiliza el área para alimentación, reproducción y descanso. Su abundancia es relativamente constante durante todo el año, aunque muestra un leve aumento entre los meses de septiembre y enero (Figura 9). Presenta reproducción asincrónica observando posturas de

Figura 8

Registro histórico anual (número máximo registrado) de piquero café en el PNN Gorgona 2002-2019

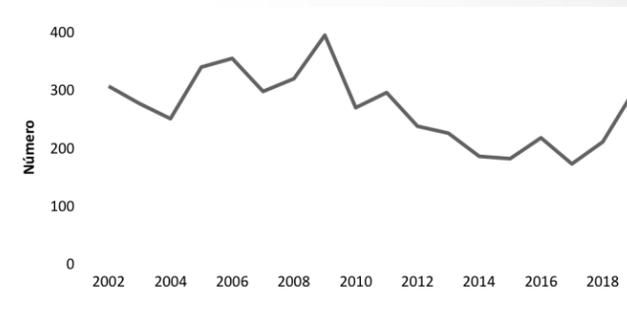
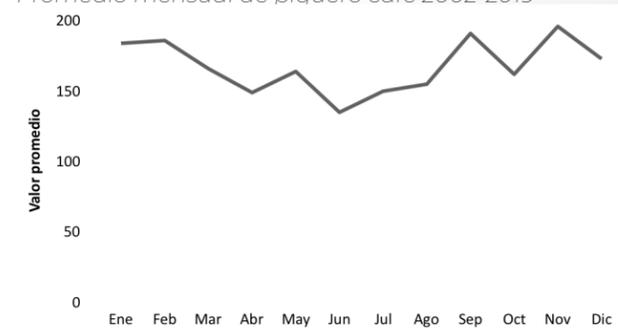


Figura 9

Promedio mensual de piquero café 2002-2019



nidos durante todo el año, con pico reproductivo entre agosto y diciembre, periodo que tiene coherencia con los registros de mayor abundancia.

La población del piquero café en el PNN Gorgona mostró números estables por encima de 250 individuos hasta el año 2011, sin embargo, a partir del 2012 presentó un decrecimiento constante registrando los números más bajos entre 2014 y 2017. En los años siguientes, el piquero café mostró recuperación en el tamaño de la población y alcanzó, en el 2019, un registro de 296 individuos (Figura 8). Durante el año 2014 se observó una abundancia atípica de piquero patiazul (*Sula neboxii*) (> 10500) y piquero peruano (*Sula variegata*) (1780) en el PNN Gorgona. Estas especies ocupan los mismos espacios que el piquero café y pueden representar competencia tanto en territorio como en recursos alimenticios. La gran abundancia de estas dos especies durante varios meses ese año probablemente tuvo una influencia negativa en la población del piquero café y es la causa más probable de la baja abundancia registrada entre los años 2014-2017.

Piquero patiazul (*Sula neboxii*)

La población anual de piquero patiazul en el PNN Gorgona fluctúa generalmente entre los 2000 y 8000 individuos, los cuales hacen uso del área protegida para alimentación y descanso, y registra un periodo de mayor abundancia entre junio y agosto (Figura 10 y 11).

Figura 10

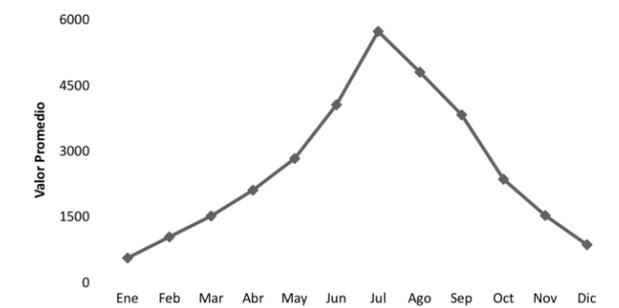
Piquero patiazul



Durante el monitoreo de los años 2003, 2014 y 2017 se observaron picos de abundancia atípicas, registrando 13245, 10534 y 11472 individuos respectivamente (Figura 12). Las abundancias registradas en 2003 y 2014 coinciden con años en

Figura 11

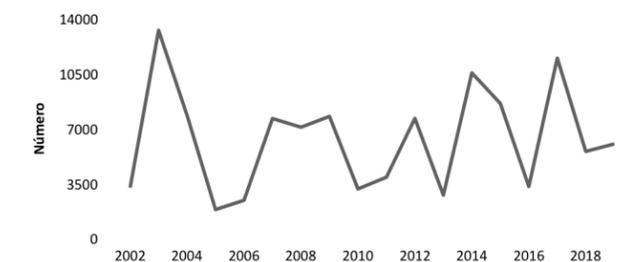
Promedio mensual de piquero de patas azules 2002-2019



los que se registraron eventos de El Niño en el Pacífico y que muy probablemente haya afectado la abundancia de esta especie en el área del PNN Gorgona, mientras que, en el 2017, aunque no se reportó evento El Niño, si se registró un leve aumento en la temperatura del mar en los primeros meses del año. Perlaza-Gamboa et al., (2020) sugieren que la temperatura superficial del mar (TSM), tanto de isla Gorgona como de la región Niño 1+2, está asociada, posiblemente a través de su efecto sobre la disponibilidad y distribución de peces pelágicos, con las variaciones poblacionales de los tres piqueros presentes en isla Gorgona.

Figura 12

Registro histórico anual (número máximo registrado) de piquero de patas azules en el PNN Gorgona 2002-2019



Piquero peruano (*Sula variegata*)

El piquero peruano es una especie de poca abundancia en el área del PNN Gorgona (Figura 13), donde se han realizado escasos registros en los años de monitoreo. Exceptuando el 2014 y el 2015, los valores registrados no pasaron de 150 individuos en tres años y, en los años restantes, los registros estuvieron por debajo de los 30 individuos (Figura 14). Franke y Falk (2001) reportan

Figura 13

Piqueros peruanos entre piqueros de patas azules



que en Gorgona sólo se había visto una vez en abril y que seguramente esto se debía a movimientos extremos de sus colonias en época del fenómeno de El Niño. Estela et al. (2007) presentan tres registros desde abril hasta julio en el 2003 y un registro en julio de 2006. Durante una expedición científica realizada en el PNN Gorgona en 2007, Estela y Zamudio (2008) reportaron 100 individuos, describiendo que muy probablemente los registros en el Pacífico colombiano corresponden a juveniles y subadultos que se dispersan hasta los límites de su distribución natural. No obstante los bajos registros históricos, en el año 2014 se presentó una abundancia atípica de 1780 individuos (Figura 14), los cuales llegaron al área en el mes de julio y permanecieron en gran número hasta el mes de noviembre.

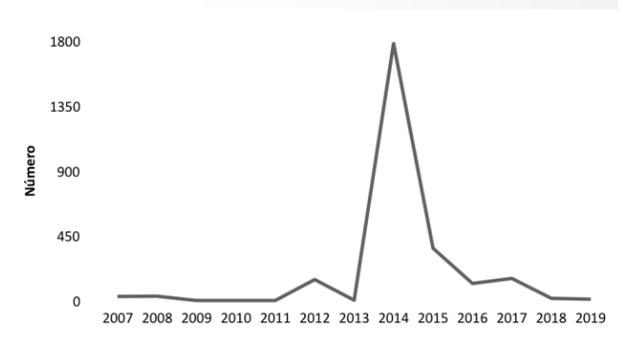
Conclusiones

El PNN Gorgona, a través de su gestión en la protección y conservación de los Valores Objeto de Conservación del área protegida, brinda hábitats conservados para el desarrollo de los procesos ecológicos de estas especies de aves marinas. El buen estado del ensamble de aves marinas del PNN Gorgona se ve reflejado en la estabilidad de sus poblaciones a través del tiempo, evidenciado mediante el programa de monitoreo y afirmado en los análisis de integridad ecológica del área.

Para tener más conocimiento y comprensión de las dinámicas poblacionales de estas especies,

Figura 14

Registro histórico anual (número máximo registrado) de piquero peruano en el PNN Gorgona 2007 - 2019



La gran abundancia de los piqueros peruanos y de patas azules durante el 2014 coincide con el fenómeno de El Niño reportado para el Pacífico en ese año y que probablemente esté condicionando la abundancia de estas especies en el PNN Gorgona, como lo reportaron Payan et al., (2017), identificando una correlación positiva entre la abundancia de *S. variegata* y las anomalías de la TSM de la región Niño 1+2 y como lo describen Perlaza-Gamboa et al., (2020) sugiriendo que *S. variegata* no sería tan sensible como *S. neboxii* ante la variabilidad o el incremento de la TSM, y probablemente se desplace cuando las condiciones de variación térmica son más drásticas.

se deben abordar estudios de investigación en aspectos ecológicos como la disponibilidad de alimento y rutas migratorias que permitan relacionarse con las variables oceanográficas y con la abundancia.

El tamaño de las colonias del pelicano y del piquero café se ha mantenido a través del tiempo, lo que sugiere que este número es la capacidad máxima que puede sostener el área.

Agradecimientos

A la asociación Calidris por su apoyo y continuo asesoramiento en el desarrollo del monitoreo de aves del PNN Gorgona; a los guardaparques

voluntarios que participaron de la actividad y al resto de compañeros del equipo de trabajo del PNN Gorgona que de una u otra manera apoyan el desarrollo de esta actividad.

Referencias

- Angehr, G. R., & Kushlan J. A. (2007). Seabird and Colonial Wading Bird Nesting in the Gulf of Panama. *Waterbirds*, 30, 335-357.
- Cadena, G. (2004). *Distribución, abundancia y reproducción de las aves marinas Pelicaniformes en el PNN Gorgona durante el año 2003*. [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad del Valle.
- Cadena-López, G. & Naranjo, L. G. (2010). Distribución, abundancia y reproducción de las aves marinas residentes en el Parque Nacional Natural Gorgona, Colombia. *Boletín SAO*, 20, 22-32.
- Estela, F. A. & Zamudio J. A. (2008). *Evaluación de línea base de la biodiversidad marina del Parque Nacional Natural Gorgona*. Informe proyecto Conservación Internacional – Fundación Yubarta.
- Estela, F. A., Zamudio J. A. & Cadena-López G. (2007). Adiciones a la avifauna marina del Parque Nacional Natural Gorgona. *Boletín SAO*, 17 (1), 31-35.
- Falk, P. (1993). *Variación poblacional y aspectos del ciclo reproductivo del pelicano (Pelecanus occidentalis murphy) en el Parque Nacional Natural Gorgona*. [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad del Valle.
- Franke, R., & Falk, P. (2001). *Aves marinas y playeras*. En L.M. Barrios & M. López-Victoria (Eds.). *Gorgona marina: Contribución al conocimiento de una isla única* (pp. 149-160). INVEMAR.
- García-Urdinola J. L., Zorrilla M. X., Payán L. F., Tello S., Zambrano V & Herrera C. M. (2016). *Programa de monitoreo del Parque Nacional Natural Gorgona*. Plan de Manejo 2018-2023. Dirección Territorial Pacífico y Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Giraldo, A., Rodríguez-Rubio, E., & Zapata F. (2008). Condiciones oceanográficas en la isla Gorgona, Pacífico oriental tropical de Colombia. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 36, 121-128.
- Naranjo, L.G. (1986). Apuntes sobre la avifauna. En H. von Pahl & M. Alberico, M. (Eds.). *Isla de Gorgona* (pp. 191-209). Universidad del Valle.
- Naranjo, L. G., Aparicio, A., & Falk, P. (1998). *Evaluación de áreas de importancia para aves marinas y playeras en el litoral Pacífico colombiano*. Informe Fondo FEN.
- Nelson, J. B. (1978). *The Sulidae, gannets and boobies*. University of Aberdeen, Oxford UP.
- Ortiz-von Halle, B. (1990). Aspectos generales de la comunidad de aves. En J. Aguirre & Rangel (Eds) *Biota y ecosistemas de Gorgona* (pp. 215-232). Fondo FEN. Colombia.
- Parque Nacional Natural Gorgona (2018). *Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Gorgona 2018-2023*. Parques Nacionales Naturales de Colombia-Dirección Territorial Pacífico.
- Payan, L.F. (2016). *Informe de monitoreo de aves marinas Parque Nacional Natural Gorgona Febrero - diciembre 2016*. Parques Nacionales Naturales de Colombia-Dirección Territorial Pacífico.
- Payan, L.F., Ortega, L.F., & Cuéllar, A. (2017). *Análisis de la abundancia del piquero peruano (Sula variegata) durante condiciones oceanográficas contrastantes en el Pacífico colombiano*. [Póster presentación]. XVII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, octubre 22 al 26 de 2017.
- Perlaza-Gamboa, A., Giraldo, A., Payán, L.F., & Estela, F.A. (2020). Variación poblacional de tres especies de piqueros (Suliformes: Sulidae) en isla Gorgona, Pacífico colombiano, según la temperatura del mar. *Revista de Biología Tropical*, 68 (2), 704-713.
- Zapata, L.A., Herrera, J.C., Beltran-Leon, B. S., Jiménez-Tello, P., Prieto, L.M., Guevara-Fletcher, C., Zambrano, E. (2011). Estado actual de la pesquería de pequeños pelágicos en el Pacífico colombiano. En: J.M. Díaz, C. Viera y G. Melo (eds). *Diagnóstico de las principales pesquerías del Pacífico colombiano* (pp. 157-173). Fundación Marviva – Colombia.



Foto: Rocío Lancheros



Monitoreo de tortugas en el Parque Nacional Natural El Tuparro: una estrategia para conservar el territorio tradicional de pueblos indígenas

Ivonne Ayde Rodríguez Villabona
Licenciada en Biología, MSc. Profesional de investigación y monitoreo. Parque Nacional Natural El Tuparro. Parques Nacionales Naturales de Colombia. monitoreo.tuparro@parquesnacionales.gov.co

Henry Pinzón Benavides
Jefe del Parque Nacional Natural El Tuparro. Parques Nacionales Naturales de Colombia. henry.pinzon@parquesnacionales.gov.co

Turtles Monitoring in El Tuparro National Natural Park: A Strategy to Conserve Indigenous People's Traditional Territory

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos durante la implementación del monitoreo de tortugas realizado en la temporada seca de 2019 y 2020 en el Parque Nacional Natural El Tuparro. Los indicadores evaluados fueron número de nidos activos, número de nidos saqueados y proporción de playas con intervención antrópica. En el 2019, el monitoreo se realizó en 31 playas distribuidas en 140 km del río Tomo y 46 playas en 45 km del río Tuparro. En el 2020, se monitorearon 25 playas distribuidas en 34 km del río Tuparro y 24 playas en 19 km del Caño Tuparrito. Cada playa fue georeferenciada, asignándole un nombre y registrando los rastros de tortugas o humanos observados. En el 2019, el número de nidos activos fue de 27 para terecay y cuatro para charapa,

mientras que el número de nidos saqueados fue de cuatro para charapa y 252 para terecay. Los resultados obtenidos evidencian que el aprovechamiento de nidadas de tortuga y la intervención de las playas ponen en riesgo la pervivencia de la especie. Es necesario diseñar e implementar medidas de manejo como el establecimiento de acuerdos para el aprovechamiento de los recursos naturales, procesos de etnoeducación, fortalecer la vigilancia y el monitoreo participativo de playas y promover la investigación, aportando de manera integral a la conservación de las tortugas y a la seguridad alimentaria de las comunidades indígenas.

Palabras clave: charapa, Sikuni, río Tomo, río Tuparro, terecay.

ABSTRACT

Turtles monitoring program in El Tuparro National National Park was carried out during the dry season of 2019 and 2020. Three indicators were defined and implemented for the project: the change in number of successful nests; the change in number of looted nests and the change in the proportion of beaches with anthropic intervention. In 2019, the monitoring was made on 31 beaches in 140 km for the Tomo River and 46 beaches in 45 km for the Tuparro River. In 2020, the monitoring was made on 25 beaches in 34 km for the Tuparro River and 24 beaches in 19 km for the Tuparrito River. Each beach was georeferenced by assigning a name and recording every turtle or human tracks observed. In 2019, the number of successful nests was 27 for terecay and four for charapa, while the number of looted nests was four for charapa and 252 for terecay. The results show that the use of turtle clutches and the intervention of the beaches threaten the survival of the species. Therefore, it is necessary to design and implement management measures such as the establishment of agreements for the use of natural resources, ethno-education processes, strengthen participatory surveillance and monitoring of beaches and promote research. Thus, contributing integrally to turtle conservation and also indigenous community food security.

Keywords: charapa, Sikuani, terecay, Tomo River, Tuparro River.

Introducción

El Parque Nacional Natural (PNN) El Tuparro hace parte del territorio ancestral de pueblos indígenas que hacen uso tradicional de sus recursos para su pervivencia. Sin embargo, la influencia del mundo occidental, así como la evangelización, las dinámicas de migración y el incremento poblacional han propiciado la pérdida de prácticas ancestrales y, por lo tanto, han generado un desequilibrio en el uso y manejo de los recursos naturales (Sánchez-Silva, 2017).

Aportar a la conservación del territorio ancestral de los grupos indígenas que habitan la Orinoquía es uno de los retos del área protegida, por lo cual se han formulado e implementado medidas de manejo para asegurar la pervivencia de dichos pueblos, entre las cuáles se encuentra el monitoreo de las principales especies de consumo de estas comunidades como lo son las tortugas charapa o arrau (*Podocnemis expansa*) y terecay (*P. unifilis*).

La charapa, la tortuga de río más grande de Suramérica, se distribuye en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela. En Colombia, se encuentra en los departamentos de Arauca, Amazonas, Caquetá, Casanare, Guainía, Putumayo y Vichada (en las zonas hidrográficas Amazonas y Orinoco). A nivel nacional se encuentra “En Peligro Crítico” (CR) (Martínez-Callejas et al., 2015); a nivel global se encuentra en el Apéndice II Cites (CITES, 2020) y está catalogada como preocupación menor según el Turtle Taxonomy Working Group en 1996 (IUCN, 2020).¹ Las principales amenazas que han sido identificadas para la especie son la cacería, el saqueo y la comercialización de adultos y

¹ Sin embargo, el mismo grupo recomendó la recategorización a En Peligro Crítico (Turtle Taxonomy Working Group, 2017, citado en, Forero-Medina et al., 2019), teniendo en cuenta diferentes estimaciones que, aunque presentan diferentes métodos de muestreo y, por lo tanto, no son directamente comparables, indican una disminución significativa en la población del río Orinoco (Mogollones et al., 2010; citado en Forero-Medina et al., 2019).

huevos tanto en la Amazonía como la Orinoquía (Martínez-Callejas et al., 2015).

La tortuga terecay habita en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela. En Colombia se encuentra en los departamentos de Arauca, Amazonas, Caquetá, Casanare, Guainía, Putumayo, y Vichada (en las zonas hidrográficas de Amazonas y Orinoco). A nivel nacional, su estado de conservación es “En Peligro” (Morales-Betancourt et al., 2015), a nivel global según la UICN su estado es vulnerable (IUCN, 2020) y se encuentra en el Apéndice II Cites (CITES, 2020). A nivel global y nacional, la tortuga terecay ha sido objeto de explotación comercial y de consumo masivo de huevos y adultos; hay evidencia directa e indirecta de reducción en tamaños poblacionales asociados a esta extracción (Morales-Betancourt et al., 2015).

Las tortugas de río fueron seleccionadas como elementos prioritarios para el monitoreo por ser tradicionalmente fuente de proteína, carne y huevos para las comunidades indígenas. Son, además, un Valor Objeto de Conservación asociado al objetivo de conservación “contribuir con la protección de territorios tradicionales asociados al uso material e inmaterial realizado por comunidades indígenas vinculadas al área protegida” (PNN El Tuparro, 2018a). Sumado a esto se ha evidenciado extracción de huevos con fines comerciales, lo que ha ocasionado una reducción de las poblaciones de tortugas de acuerdo con las observaciones del equipo y comunidades locales. Debido a que el área de distribución de las tortugas supera los límites del Parque, sus poblaciones están sujetas a presiones tanto dentro como fuera del área protegida. Por lo tanto, a pesar de los esfuerzos del PNN El Tuparro para mantener las condiciones necesarias para la reproducción de las tortugas, el número de anidaciones en las playas del parque puede estar viéndose afectado por la sumatoria de todas las presiones internas y externas.

Teniendo en cuenta lo anterior, el monitoreo de tortugas está enfocado en detectar cambios en el número de nidos saqueados, en el número de nidos activos y en la proporción de playas

intervenidas para la extracción de huevos e individuos de tortugas charapa y terecay, en el ámbito de vigilancia de los ríos Tomo, Tuparro y Caño Tuparrito (PNN El Tuparro, 2018).

Métodos

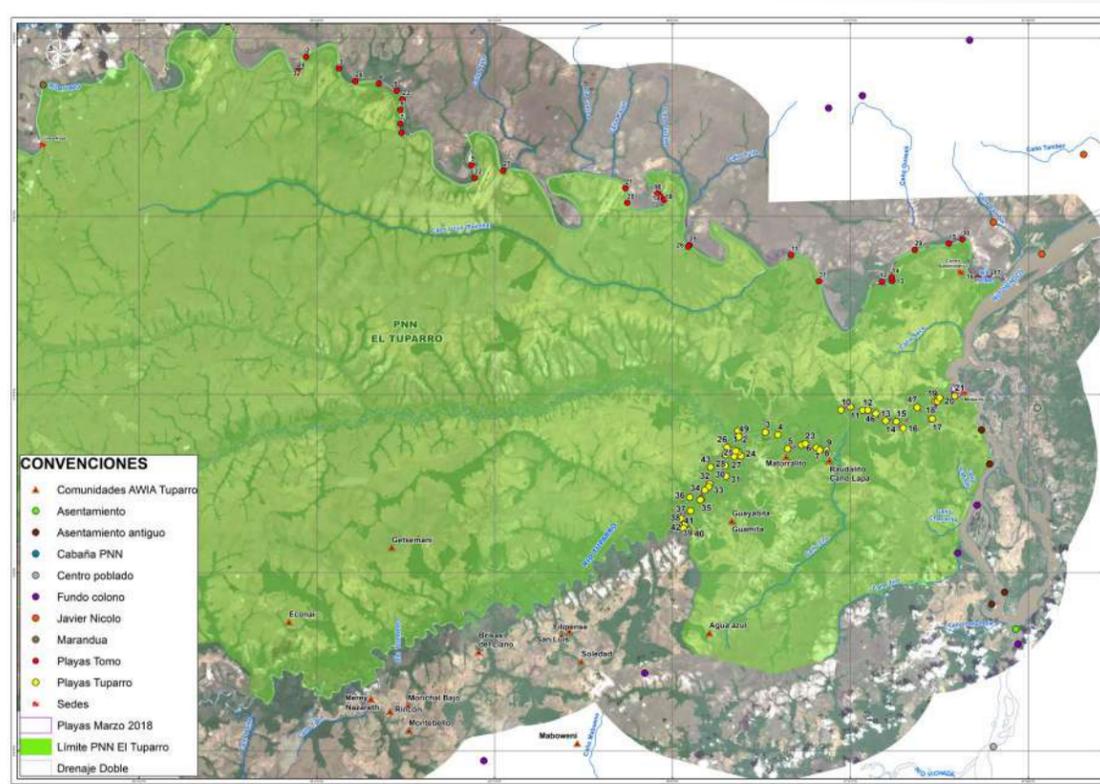
Área de estudio

El primer monitoreo realizado por el equipo del área protegida en la temporada seca de 2019 se realizó en las playas de anidación de la zona media y baja de los ríos Tomo y Tuparro (Figura 1). Por el río Tomo, se monitorearon todas las

playas ubicadas entre las bocas del río Tomo y las bocas del caño Terecay, para un total de 140 km. En el río Tuparro, el monitoreo se realizó en las playas ubicadas entre las bocas del río Tuparro y la comunidad Ayabal, con un recorrido de aproximadamente 54 km.

Figura 1

Playas de monitoreo de tortugas en 2019



Teniendo en cuenta el poco número de registros obtenidos por el río Tomo en el primer año de monitoreo y, al nivel de relacionamiento con el resguardo indígena AWIA Tuparro, se tomó la decisión de modificar las zonas de monitoreo para el segundo momento del ejercicio y se

augmentó, además, la periodicidad del monitoreo por el río Tomo y se incluyeron 19 km del Caño Tuparrito (Figura 2). Para el río Tuparro se monitoreó desde las bocas del río Tuparro hasta las bocas del Caño Tuparro, lo que corresponde a 34 km (Figura 3).

Figura 2

Playas de monitoreo de tortugas en el Caño Tuparrito en 2020

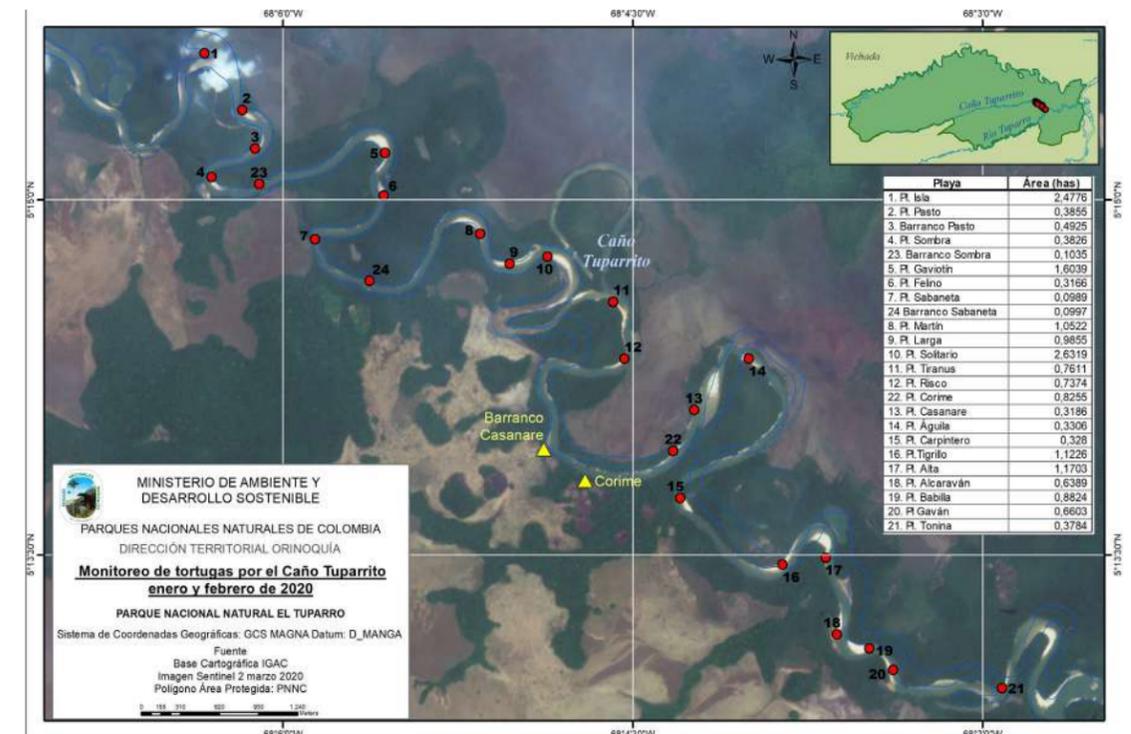
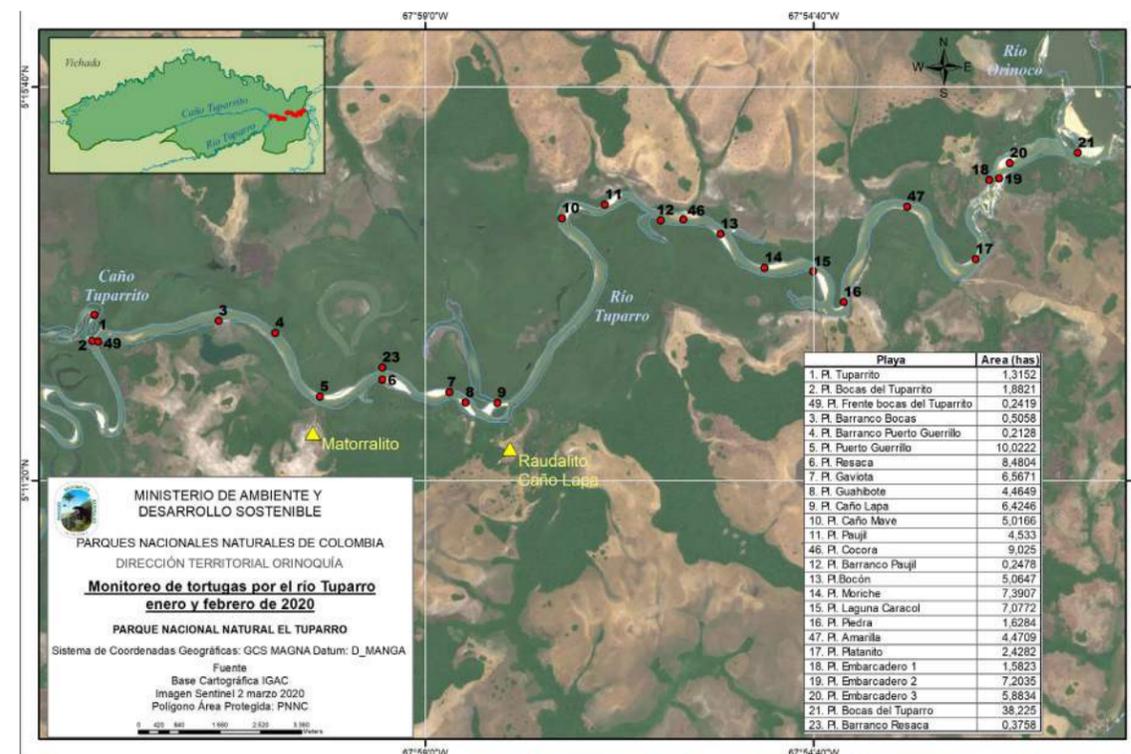


Figura 3

Playas de monitoreo de tortugas en el Caño Tuparrito en 2020



Tiempo de muestreo

Se estimó un esfuerzo requerido de 12 recorridos una vez por semana desde la primera semana de enero hasta la última semana de marzo. En el 2019 se realizaron nueve recorridos por el río Tomo hasta la primera semana de marzo, ya que a partir del séptimo recorrido no se encontró ningún tipo de rastro. Para el río Tuparro, se realizaron ocho recorridos (66,6 %) hasta la última semana de febrero de 2019 y en el 2020, tanto por el río Tuparro como por el Caño Tuparrito; se realizaron cinco recorridos (41,6 %) desde la segunda semana de enero hasta la segunda semana de febrero debido al riesgo que implica cruzar el Raudal del Tuparro con un bajo nivel de las aguas.

Descripción de los recorridos

Cada recorrido se realizó con un equipo de cuatro a cinco personas, entre los cuáles se asignaron mínimo dos motoristas y expertos locales con experiencia en la identificación de rastros y nidos. En cada playa identificada, el grupo realizó un recorrido a pie a través del cual se georeferenciaron con GPS las señales de presencia antrópica, nidos de terecay y/o charapa y evidencia de extracción de huevos y adultos de tortuga. Los registros fueron consignados en un formato diseñado para tal fin.

Análisis de datos

Se midieron tres indicadores para cada una de las especies. Los indicadores número de nidos activos y número de nidos saqueados de charapa y terecay se obtuvieron al sumar la totalidad

Resultados y discusión

Identificación de playas

En el 2019, por el río Tomo se identificaron 31 playas, siendo Isla grande, la más extensa con 59,4 ha, seguida de Bocas del Tomo y San Luis, con 47,1 y 31,1 hectáreas respectivamente. En total, por el río Tomo se monitorearon 321 ha de playa. Por el río Tuparro se identificaron 45 playas, las cuales se caracterizaron por ser más pequeñas y presentar barrancos pronunciados,

de los nidos registrados para cada especie y sector. El indicador cambio en la proporción de playas con intervención antrópica, compara el número de playas disponibles cada año con las playas que han sido intervenidas durante la época de postura utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta[p(PCIA)] = p(PCIA)_t - p(PCIA)_{t_0}$$

donde,

$p(PCIA)_t$ = Porción de playas con intervención antrópica en el periodo t.

Se calcula como:

$$p(PCIA)_t = \frac{\text{No. Playas con intervención antrópica en el periodo } t}{\text{No. total de playas evaluadas en el periodo } t}$$

Los resultados obtenidos en el monitoreo realizado durante el 2019 y 2020 han sido los insumos para establecer la línea de base que permitirá medir los cambios de acuerdo con los indicadores planteados. Solo se hace comparación entre los dos años para los 34 km existentes entre las Bocas del río Tuparro y el Caño Tuparrito, tramo que ha sido muestreado los dos años consecutivos.

Capacitación y socialización

Cada año, se realizaron cuatro capacitaciones con el equipo local del área protegida y guardaparques voluntarios. Así mismo, en el 2019 se realizaron dos socializaciones con las 21 comunidades del resguardo AWIA Tuparro de la etnia Sikuani el cual presenta un traslape parcial con el área protegida y, para el 2020, se realizó una socialización con las comunidades de Isla Peniel e Isla Churuta de la etnia Curripaco, quienes hacen uso del área protegida.

con mucha materia orgánica como ramas, hojas y piedras. En total, por el río Tuparro se monitorearon 182,80 ha de playa. Para el 2020, en el tramo monitoreado por el río Tuparro se identificaron 25 playas, para un total de 140,29 ha, mientras que por el Caño Tuparrito se identificaron 24 playas para un total de 18,78 ha. El detalle de los resultados obtenidos en los dos años de monitoreo puede ser observados en la Tabla 1.

Tabla 1

Resultados monitoreo de tortugas en el PNN El Tuparro

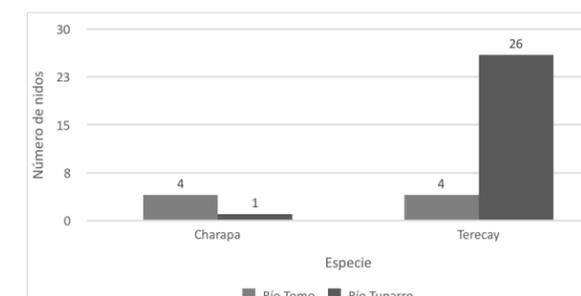
CRITERIOS	2019		2018	
	Río Tomo	Río Tuparro	Caño Tuparrito	Río Tuparro
Número de recorridos realizados	9	8	5	5
Kilómetros monitoreados	1,260	386	95	170
Kilómetros de vigilancia	2,520	772	190	340
Número de playas monitoreadas	31	46	24	25
Área (has) de playas monitoreadas	321,08	182,80	20,51	140,29
Número de nidos charapa	4	1	0	0
Número de nidos terecay	4	26	19	28
Número de saqueos charapa	4	0	N/A	N/A
Número de saqueos terecay	3	252	45	99
Número y % de playas con intervención antrópica	22	31	22	23
	70,9 %	67,3 %	91,66 %	95,8 %

Indicador 1. Número de nidos activos de tortugas charapa y terecay

En el río Tomo en el 2019 se encontraron únicamente cuatro nidos de tortuga terecay distribuidos en cuatro playas y, cuatro nidos de tortuga charapa distribuidos en dos playas. Por el río Tuparro, fueron registrados 26 nidos de terecay, distribuidos en 19 playas y un nido de charapa (Figura 4).

Figura 4

Nidos activos en 2019



En ambos ríos el registro de nidos de charapa fue muy bajo, lo que coincide con el conocimiento local, tanto de indígenas y colonos, quienes afirman que esta especie es considerada rara en las playas de los ríos del área protegida. En el 2020, se registraron 19 nidos activos de terecay en el caño Tuparrito (Figura 5) y 28 en el río Tuparro. Para este mismo año no se registraron nidos de charapa en ninguna de las playas monitoreadas (Figura 6).

Figura 5

Nidos activos en el Caño Tuparrito

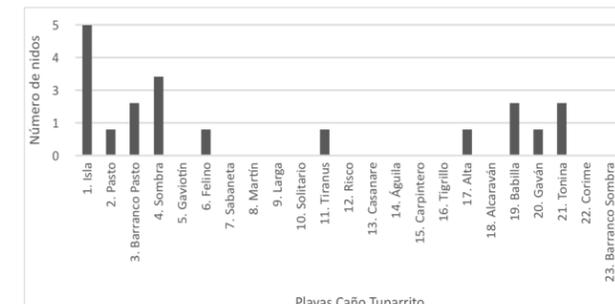


Figura 6

Nidos activos en el Río Tuparro

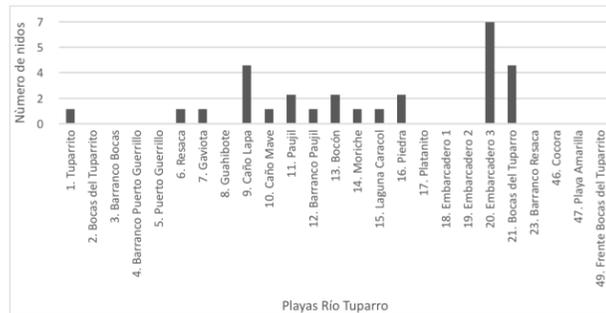
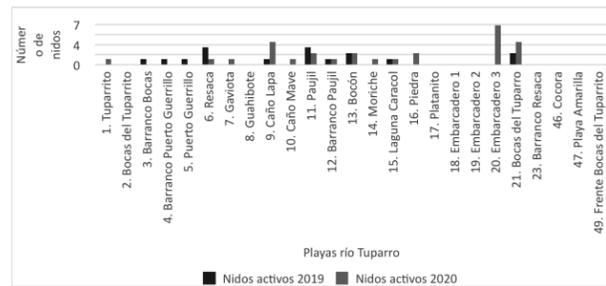


Figura 7

Comparación nidos activos Río Tuparro 2019 y 2020



Al comparar los resultados obtenidos en el mismo intervalo de tiempo y lugar (es decir, los cinco recorridos realizados desde la segunda semana de enero hasta la segunda semana de febrero en los 34 kilómetros existentes entre las Bocas del río Tuparro y el Caño Tuparrito), el número de nidos activos en el 2019 fue de 16 distribuidos en 10 playas, lo que refleja un aumento de 12 nidos registrados como activos en el segundo monitoreo (Figura 7).

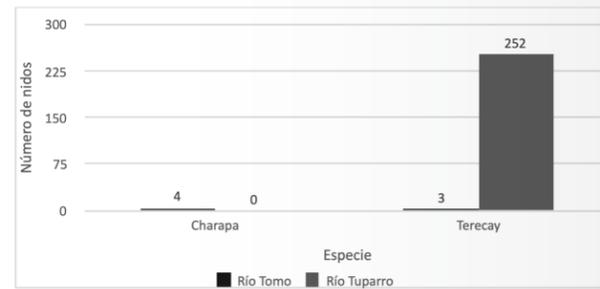
Indicador 2. Número de nidos saqueados de tortuga charapa y terecay

En el 2019, por el río Tomo se registraron tres nidos saqueados de terecay y cuatro nidos saqueados de charapa en un total de 31 playas visitadas, tres de ellos en la playa Isla Grande y el otro en la playa San Luis, las dos playas más grandes de este sector. Aunque el saqueo de nidos de charapa fue proporcional al número de nidos registrados, es necesario aclarar que

los nidos saqueados no son los mismos registrados como nidos activos, ya que estos se encontraron en playas diferentes. En el río Tuparro se identificaron 252 nidos saqueados de terecay y ningún registro de saqueo de nido de la tortuga charapa (Figura 8).

Figura 8

Nidos saqueados en 2019



En el 2020, se registraron 45 nidos saqueados en 14 playas del Caño Tuparrito (Figura 9) y 99 nidos saqueados en 18 de las 25 playas monitoreadas en el río Tuparro (Figura 10).

Figura 9

Nidos saqueados Caño Tuparrito en 2020

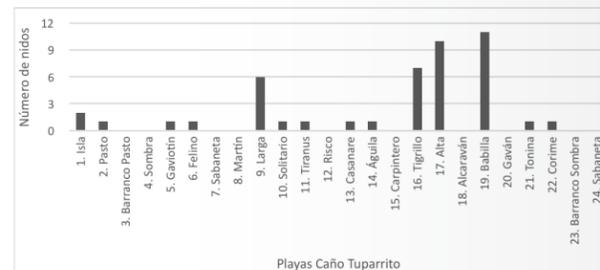
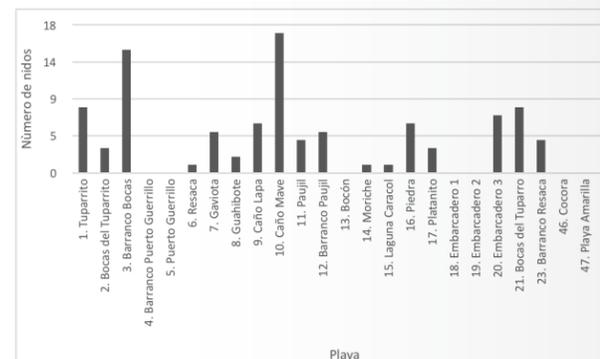


Figura 10

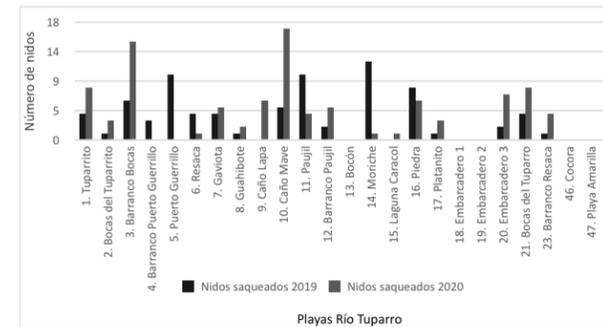
Nidos saqueados Río Tuparro 2020



En el 2019, el número total de nidos saqueados en el mismo intervalo de tiempo y sector del río Tuparro fue de 78, lo que evidencia un aumento de 21 nidos saqueados en el 2020 (Figura 11).

Figura 11

Comparación nidos saqueados Río Tuparro 2019 y 2020



Indicador 3. Cambio en la proporción de playas con intervención

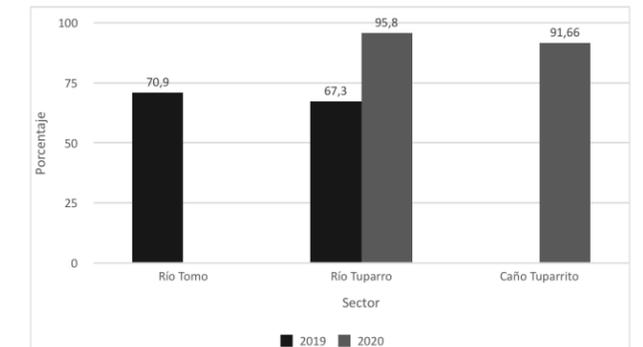
De las 31 playas identificadas por el río Tomo, se encontraron rastros humanos en 22, lo que equivale al 70,9 % de las mismas. Aunque en el sector monitoreado no se encuentran comunidades indígenas en cercanía al río Tomo, sí se encuentran algunas fincas en el margen derecho del río, fuera del área protegida. Por otro lado, la temporada de anidación de las tortugas coincide con la temporada de pesca deportiva la cual se realiza por las inmediaciones del caño Terecay. En ese sentido, es posible que estos factores incrementan la intervención antrópica de las playas y, por lo tanto, el saqueo de nidos. En el caso del río Tuparro se registraron intervenciones humanas en 31 de las 46 playas identificadas, lo que equivale al 67,3 %.

Para el 2020, la intervención antrópica en las playas del Caño Tuparrito llegó al 91,66 %, es decir, se encontró intervención antrópica en 22 de las 24 playas identificadas. En cuanto al río Tuparro, el porcentaje de playas intervenidas fue de 95,8 % lo que equivale a 24 de las 25 playas identificadas. Cabe mencionar que por el río Tuparro y Caño Tuparrito se encuentran varias comunidades indígenas, algunas de ellas pertenecientes al resguardo AWIA Tuparro de la etnia Sikuani, quienes hacen aprovechamiento

de los recursos naturales del área como es el caso de las tortugas y huevos. Además de huellas humanas, los rastros encontrados en las playas corresponden a cambuches, fogones y residuos sólidos, por lo que se infiere que también se pernoctaba en las playas (Figura 12).

Figura 12

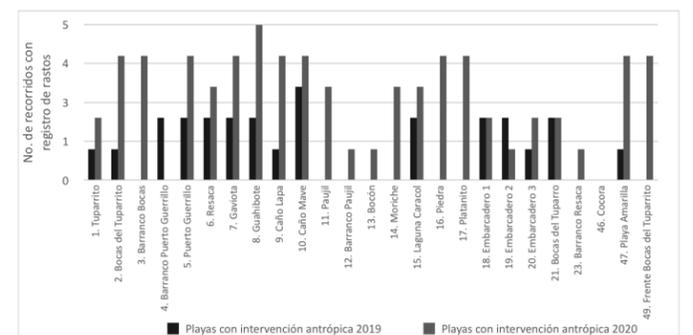
Playas con intervención antrópica en el 2019 y 2020



Al comparar los resultados obtenidos en el mismo intervalo de tiempo y sector monitoreado por el río Tuparro durante el 2019 y 2020, se puede concluir que la proporción de playas con intervención antrópica ha aumentado significativamente al pasar de 15 playas intervenidas (60 %) en 2019 a 23 playas intervenidas en 2020 (92 %), por lo que su estado se considera crítico (Figura 13).

Figura 13

Comparación playas con intervención antrópica Río Tuparro 2019 y 2020



Conclusiones

Los resultados obtenidos en la implementación del monitoreo en el 2019 fueron insumos claves para la toma de decisiones en el área protegida. Debido a los pocos registros obtenidos por el río Tomo, se decidió disminuir la periodicidad del monitoreo por este sector. Por otro lado, la reducción en el área de monitoreo por el río Tuparro obedeció al actual nivel de relacionamiento que existe con el resguardo indígena AWIA Tuparro, ya que se pretende que, el monitoreo por dicho sector pueda ser concertado. Finalmente, la incorporación de 19 km de monitoreo por el caño Tuparrito se debió a información obtenida por parte de las comunidades, quienes manifestaron la presencia de saqueos de nidos y tortugas por parte de comunidades venezolanas, así como por información del equipo del parque, quienes en años anteriores identificaron varias playas con posturas en los recorridos de vigilancia.

Esta investigación soporta la definición de una línea base como insumo para el cálculo de los indicadores de monitoreo de tortugas en el río Tomo, Caño Tuparrito y río Tuparro, así como el análisis de los cambios en dichos indicadores para el sector comprendido entre las bocas del río Tuparro y las bocas del Caño Tuparrito.

Los resultados mostraron que la proporción de playas con rastros de intervención antrópica, junto con el registro de número de nidos saqueados y nidos activos en los dos años de monitoreo, reflejan el aprovechamiento que se está haciendo de estas especies, principalmente por parte de las comunidades indígenas que se encuentran al interior del área protegida. Los ejercicios de socialización del programa de monitoreo y los talleres de cartografía social realizados con varias comunidades que hacen uso del área protegida han permitido identificar las principales zonas de aprovechamiento de las tortugas y cómo éstas han cambiado a través del tiempo, aparentemente en función de la disponibilidad de la especie y cambios en la accesibilidad a las zonas de aprovechamiento.

Dados los resultados en cuanto a la proporción de saqueos y playas con intervención antrópica, se considera necesario incorporar acciones en el marco de todas las líneas estratégicas del área

protegida. Esto con el fin de contribuir a la conservación de las dos especies de tortuga de una manera integral que responda, igualmente, a la seguridad alimentaria de las comunidades indígenas que habitan y hacen uso del área protegida. En este sentido, el caso del Parque Nacional Natural Cahuinarí resulta ilustrativo en la medida que allí se ha implementado una estrategia de vigilancia y monitoreo participativo con las comunidades que habitan el territorio y hacen uso de las especies, así como una estrategia de educación y comunicación que involucra diversos grupos sociales de la región (PNN Cahuinarí, 2014).

A la luz de lo anterior, los retos que se avecinan para el área protegida incluyen: a) establecer acuerdos de uso y aprovechamiento de este recurso con las comunidades indígenas; b) fortalecer el ordenamiento del territorio con las autoridades indígenas a partir de la zonificación de áreas de protección especial de las especies; c) diseñar e implementar un proceso etnoeducativo con las comunidades que permita fortalecer el reconocimiento y valoración de las tortugas y la importancia de su conservación; d) lograr acuerdos entre vecindades en pro de la conservación de las tortugas; e) fortalecer el monitoreo y la vigilancia en las playas involucrando a las comunidades; f) fortalecer el trabajo con los operadores turísticos que realizan pesca deportiva en las inmediaciones del área protegida; g) gestionar la realización de investigaciones que permitan obtener información sobre las características biológicas básicas de las tortugas como el uso del hábitat y los patrones de movimiento espacio-temporales), no solo de la charapa y terecay, sino, preferiblemente, de todas las tortugas que hacen parte de la dieta de las comunidades indígenas; g) evaluar la calidad de hábitat (playas).

La información obtenida en los dos años de monitoreo ayuda a definir las necesidades de recursos y los requisitos de hábitat espacial de cada especie y puede aportar a determinar qué áreas deben priorizarse para la protección a fin de garantizar la supervivencia de sus poblaciones, “proteger una porción del hábitat requerido para porciones del ciclo de vida (por ejemplo, anidación), sin proteger todo el hábitat crítico, puede ser infructuoso” (Forero-Medina et al., 2016, p. 5).

Agradecimientos

A todo el equipo del área protegida y los guardaparques voluntarios que realizaron los recorridos y toma de datos. Al proyecto GEF SINAP, actual financiador del programa de monitoreo.

Referencias

- CITES. (2020, junio 14). *CITES*. CITES. <https://www.cites.org/eng/app/appendices.php>
- Forero-Medina, G., Ferrara, C., Vogt, R., Fagundes, C., Balestra, R., Andrade, P., Bernhard, R., Lipman, A., Lenz, A., Calle, A., Aponte, A., Calle-Rendón, A., Santos, C., Miraña, E., Cunha, F., Loja, E., Del Rio, J., Vera, J., Hernández, O. . . Horne, B. (2019). On the future of the giant South American river turtle *Podocnemis expansa*. *Oryx*, 1-8. doi:10.1017/S0030605318001370.
- Forero-Medina, G., Páez, V. P., Garcés-Restrepo, M.F., Carr, J. Giraldo, A., & Vargas-Ramírez, M. (2016). Research and Conservation Priorities for Tortoises and Freshwater Turtles of Colombia. *Journal Tropical Conservation Science*. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1940082916673708>
- IUCN. (2020, junio 14). *UICN Red List*. IUCN Red List. <https://www.iucnredlist.org/>
- Martínez-Callejas, S., Durán-Prieto, C., Páez, V., Trujillo, F. & Trujillo-Pérez, A. (2015). *Charapa Podocnemis expansa*. En M. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, V. P. Páez, & B. C. Bock. (Eds.), *Libro rojo de reptiles de Colombia* (pp. 132 - 137). Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquía.
- Morales-Betancourt, M.A., Lasso, C.A. & Páez, V.P. (2015). Terecay *Podocnemis unifilis*. En M. A., Morales-Betancourt, C. A. Lasso, V. Páez, & B. Bock (Eds.), *Libro rojo de reptiles de Colombia* (pp. 149 - 152). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia.
- Parque Nacional Natural Cahuinarí (2014). *Diseño e implementación piloto de una estrategia de control y vigilancia comunitaria en las playas del Parque Nacional Natural Cahuinarí como parte del manejo de la Tortuga Charapa, (Podocnemis expansa)*. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Dirección Territorial Amazonía.
- Parque Nacional Natural El Tuparro. (2018a). *Plan de Manejo del PNN El Tuparro 2018 - 2023*. Parques Nacionales Naturales de Colombia. [Documento inédito] Dirección Territorial Orinoquía.

A WCS y WWF por el apoyo en la formulación e implementación del programa de monitoreo. Al jefe del área protegida por la orientación y gestiones para la implementación del monitoreo.

Parque Nacional Natural El Tuparro. (2018b). *Programa de monitoreo del Parque Nacional Natural El Tuparro. Documento adjunto al Plan de Manejo del PNN El Tuparro 2018 - 2023*. Dirección Territorial Orinoquía. Parques Nacionales Naturales de Colombia, WCS, IAvH; RESNATUR.

Rodríguez-Villabona, I. A. (2020). *Implementación del T1 del monitoreo de las tortugas charapa (Podocnemis expansa) y Terecay (P. unifilis)*. [Documento sin publicar]. Parque Nacional Natural El Tuparro.

Rodríguez-Villabona, I. (2019). *Implementación del monitoreo de tortugas de río Charapa (Podocnemis expansa) y Terecay (P. unifilis)*. [Documento sin publicar]. Dirección Territorial Orinoquía; Parque Nacional Natural El Tuparro.

Sánchez-Silva, L. (2017). *Caracterización de los grupos humanos rurales de la cuenca hidrográfica del Orinoco en Colombia*. Humboldt. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9872>



Foto: PNN los Katíos

Monitoreo de recursos hidrobiológicos: una apuesta para el comanejo y su conservación en Parques Nacionales Naturales del Pacífico colombiano



Foto: PNN los Katíos

Ximena Moreno Gutiérrez

Profesional de recursos hidrobiológicos Dirección Territorial Pacífico. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
rhb.dtpa@parquesnacionales.gov.co

Marco Abadía

Técnico administrativo. Parque Nacional Natural Los Katíos. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
mabasa1018@gmail.com

César Arlex Vargas Castaño

Profesional universitario. Parque Nacional Natural Utría. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
cesar.vargas@parquesnacionales.gov.co

Luis E. Gil

Técnico administrativo. Parque Nacional Natural Utría. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
lique.gil@hotmail.com

Hydrobiological Resource Monitoring: a Wager for the Co-management and its Conservation in National Natural Parks of the Colombian Pacific

Natalia Rivera

Profesional de investigación y monitoreo. Parque Nacional Natural Los Katíos. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
monitoreo.katios@gmail.com

Rodrigo Lozano Osorio

Profesional de investigación y monitoreo. Parque Nacional Natural Sanquianga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
monitoreo.sanquianga@gmail.com

Heyler Cuesta

Operario colector de información. Parque Nacional Natural Los Katíos. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
heylercuesta@gmail.com

Gloria Estela Moya Martínez

Operario colector de información. Parque Nacional Natural Los Katíos. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
jadesmayacabarca@gmail.com

Fernely Mena

Operario colector de información. Parque Nacional Natural Utría. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
utria@parquesnacionales.gov.co

Alberto Córdoba

Operario colector de información. Parque Nacional Natural Utría. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
utria@parquesnacionales.gov.co

José Daniel Mosquera

Contratista colector de información. Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
málaga@parquesnacionales.gov.co

Maritza Riascos

Contratista colector de información. Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
malaga@parquesnacionales.gov.co

María Colombia Salazar

Contratista colector de información. Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
málaga@parquesnacionales.gov.co

Daniel Albornoz

Contratista colector de información. Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
malaga@parquesnacionales.gov.co

Carmen Valencia

Contratista colector de información. Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
malaga@parquesnacionales.gov.co

Bertha Panameño

Contratista colector de información. Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
malaga@parquesnacionales.gov.co

Jhon Jairo Paz

Contratista colector de información. Parque Nacional Natural Sanquianga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
sanquianga@parquesnacionales.gov.co

Judith De La Cruz

Contratista colector de información. Parque Nacional Natural Sanquianga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
sanquianga@parquesnacionales.gov.co

Astrid Sabay Paz

Contratista colector de información. Parque Nacional Natural Sanquianga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
sanquianga@parquesnacionales.gov.co

Edwin Caicedo,

contratista colector de información. Parque Nacional Natural Sanquianga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
sanquianga@parquesnacionales.gov.co

Yerson Manuel Caicedo

Contratista colector de información. Parque Nacional Natural Sanquianga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
sanquianga@parquesnacionales.gov.co

Alberto Riascos

Contratista colector de información. Parque Nacional Natural Sanquianga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
sanquianga@parquesnacionales.gov.co

Édinson Riascos

Contratista colector de información. Parque Nacional Natural Sanquianga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
sanquianga@parquesnacionales.gov.co

Hanner Oliveros

Contratista colector de información. Parque Nacional Natural Sanquianga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
sanquianga@parquesnacionales.gov.co

Luis Ibarbo

Contratista colector de información. Parque Nacional Natural Sanquianga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
sanquianga@parquesnacionales.gov.co

Nelly Cifuentes

Contratista colector de información. Parque Nacional Natural Sanquianga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
sanquianga@parquesnacionales.gov.co

Félix Cifuentes

Contratista colector de información. Parque Nacional Natural Sanquianga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
sanquianga@parquesnacionales.gov.co

Edwin Garcés

Contratista colector de información. Parque Nacional Natural Sanquianga. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
sanquianga@parquesnacionales.gov.co

RESUMEN

El monitoreo en Parques Nacionales Naturales de Colombia es uno de los principales mecanismos para evaluar el cumplimiento de su misión institucional. Los recursos hidrobiológicos (RHB) del Pacífico colombiano constituyen la fuente principal de sustento para las comunidades asentadas, tanto dentro como en zonas aledañas a las áreas protegidas de esta región. En este sentido, se hace necesario el desarrollo de estudios encaminados a la generación de conocimiento, la conservación y el uso sostenible de los RHB. Es así como la Dirección Territorial Pacífico, buscando proveer información técnica para la implementación de medidas de manejo y conservación de los RHB, implementó el monitoreo de RHB a través de la metodología del Sistema de Información Pesquera del Invemar, el cual se inició en el Parque Nacional Natural Utría y el Parque Nacional Natural Sanquianga en el año 2008, Parque Nacional Natural Katíos en el 2011 y Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga en el 2015. A partir del monitoreo, se estimó que 2620,60 toneladas (t) han sido extraídas entre los años 2008

-2017, correspondientes a 128,03 t de crustáceos, 737,82 t de moluscos, 1719,67 t de peces, 15,74 t de rayas entre agua dulce y marina, y 19,35 t de tiburones. El PNN Utría aportó 621,4 t al estimado general, el PNN Sanquianga 1847,4 t, el PNN Uramba Bahía Málaga aportó 35,6 t, y el PNN Los Katíos registro 116,2 t. Algunas especies registraron un alto porcentaje de capturas por debajo de su talla madurez sexual. Se recomienda entonces, realizar estudios biológicos-reproductivos sobre las especies, continuar con la evaluación y ajuste de los acuerdos comunitarios de uso y manejo a partir de la información obtenida, implementar alternativas productivas para los pescadores y continuar con el monitoreo periódico de los RHB para validar la estrategia de manejo.

Palabras clave Áreas Protegidas, monitoreo participativo, pesca artesanal-tradicional, conservación y uso de recursos naturales

ABSTRACT

The monitoring in Colombian National Parks is one of the main mechanisms for evaluating the fulfillment of its institutional mission. The hydrobiological resources of the Colombian Pacific constitute the main source of sustenance for settled communities, both within and in areas surrounding the protected areas of this region. In this sense, it is necessary to carry out studies aimed at generating knowledge, conservation and the sustainable use of hydrobiological resources. Thus, the Pacific Territorial Direction, seeking to provide technical information for the implementation of management and conservation measures for hydrobiological resources, implemented the monitoring of hydrobiological resources through the methodology of the Invemar Fisheries Information System, which began in the Utría National Natural Park and the Sanquianga National Natural Park in 2008, Los Katíos National Natural Park in 2011, and Uramba Bahía Málaga National Natural Park in 2015. Based on monitoring, it was estimated that 2620,60 tons (t) have been extracted between years 2008-2017, corresponding to 128,03 t of crustaceans, 737,82 t of mollusks, 1719,67 t of fish, 15,74 t of rays between freshwater and marine, and 19,35 t of sharks. Utría National Natural Park contributed 621,4 t to the general estimate, Sanquianga National Natural Park 1847,4 t, while the Uramba Bahía Málaga National Natural Park contributed 35,6 t, and the Los Katíos National Natural Park registered 116,2 t. Some species recorded a high percentage of catches below their average sexual maturity size. Therefore, it is recommended to carry out biological reproductive studies on this species, continue with the evaluation and adjustment of community use and management agreements based on the information obtained, implement productive alternatives for fishermen and continue with periodic monitoring of hydrobiological resources to validate management.

Keywords: protected areas, participatory monitoring, traditional artisanal fishing, conservation and use of national resources.

Introducción

La pesca representa una fuente vital de alimento, empleo, comercio y bienestar económico para las poblaciones de todo el mundo, tanto para las generaciones presentes como para las futuras y, por lo tanto, debería llevarse a cabo de forma responsable. En el año 2018, la FAO señaló que para el 2015 el 33,1 % de los recursos pesqueros se encontraban sobrexplotados; el 59,9 % plenamente explotados; y el 7 % subexplotados (2018). En el Pacífico colombiano se distinguen dos grandes tipos de pesquerías, la pesca industrial que se realiza con embarcaciones de mediana a gran escala (más de 10 m de eslora) con un equipamiento tecnológico que le permite mayor autonomía y cuyas faenas de pesca se ubican principalmente en la zona oceánica. Por el contrario, la pesca artesanal opera con lanchas pequeñas en fibra de vidrio o madera de poca autonomía y casi que exclusivamente en la zona costera (Suárez et al., 2017). Adicionalmente existe otra práctica de recolección manual para capturar pequeños moluscos asociados a bosques de manglar, playas y rocas donde se destaca la pian-gua en el ecosistema de manglar. Aunque la contribución del sector pesquero al Producto Interno Bruto (PIB) es pequeña, este sector genera empleo, ingresos y alimentos en las zonas lejanas donde las oportunidades económicas son escasas. En Colombia, la pesca se constituye como una actividad de gran importancia social y económica a nivel nacional y se estima que más de 1,5 millones de personas trabajan en el sector pesquero y sus servicios asociados, por lo tanto, desempeña un papel importante en la economía local de las regiones costeras y rurales (OCDE, 2016).

Sin embargo, en los últimos años la producción pesquera del Pacífico colombiano ha disminuido significativamente, lo cual se asume es debido a la sobreexplotación, contaminación y prácticas de extracción poco sostenibles

(Mejía-Falla & Navia, 2017). Esta realidad puede ampliarse también para recursos pesqueros continentales.

Las áreas marinas protegidas (AMP) se configuran como una estrategia para reducir el estrés y reparar los daños provocados por actividades humanas tales como la sobrepesca, modificación de hábitats, contaminación e introducción de especies, las cuales alteran el funcionamiento y la estructura de los ecosistemas marinos. Por ello, sus objetivos principales son proteger o restaurar los ecosistemas, conservar la biodiversidad de especies nativas, mejorar el manejo de las pesquerías y preservar la belleza del paisaje. Así mismo, la riqueza biológica y cultural de la región Pacífica es alta, y actualmente muchas de las Áreas Protegidas (AP) adscritas a la Dirección Territorial Pacífico (DTPA), tienen comunidades negras en su interior o en zonas colindantes, con prácticas tradicionales, saberes y conocimientos ancestrales, que si bien han permitido la conservación de muchas especies de flora y fauna, de acuerdo a las relaciones históricas establecidas por las comunidades con la naturaleza, continúan dependiendo de la actividad extractiva de pesca para su subsistencia. Por esta razón, la conservación de las AP y de los servicios ecosistémicos que brindan a la comunidad, como la pesca (marina y continental), se debe enmarcar principalmente en el fortalecimiento de la gobernanza local y regional, adoptando mecanismos de participación e implementando planes de ordenación pesquera con las comunidades étnicas como actores esenciales para el desarrollo de estrategias efectivas de conservación y uso sostenible de los recursos.

Es por esto que, siguiendo los lineamientos del Convenio de Diversidad Biológica-CDB (Naciones Unidas, 1992) para el reconocimiento cultural y salvaguardar los usos tradicionales de

las comunidades étnicas, Parques Nacionales Naturales, entre los años 1998 y 2000, llevó a cabo la construcción de la Política de Participación Social en la Conservación. De esta manera, se buscó integrar los conceptos de sostenibilidad e interculturalidad para la gestión en las áreas protegidas (DTPA-PNN, 2018), particularmente en aquellas ocupadas por comunidades indígenas, campesinas y negras. Para el trabajo con las comunidades indígenas de las áreas protegidas traslapadas con Resguardos Indígenas se ha desarrollado el Régimen Especial de Manejo (REM); con comunidades campesinas está la Restauración Ecológica Participativa (REP) y con las comunidades negras se implementan los acuerdos de uso y manejo (DTPA-PNN, 2018). En este sentido, existen importantes avances en cuanto a la suscripción de acuerdos con las comunidades, que en algunos casos datan del año 1995 (p.ej. en el Parque Nacional Natural Sanquianga), y en los monitoreos a largo plazo de especies presionadas por la actividad pesquera (p.ej. en el Parque Nacional Natural Gorgona con el monitoreo de peces demersales). Estas estrategias le han permitido a la Dirección Territorial Pacífico posicionarse en el contexto regional y nacional con respecto al manejo de pesquerías artesanales en áreas protegidas o en sus zonas adyacentes.

Con el objetivo de proveer una base sólida para la toma de decisiones de manejo y conservación de los recursos hidrobiológicos (RHB), la

Métodos

El monitoreo participativo de recursos hidrobiológicos tiene como objetivo incorporar a los usuarios del recurso en la construcción del conocimiento necesario para establecer el estado de las poblaciones que se explotan comercialmente, permitiendo así que las comunidades se empoderen en temas como la conservación y el aprovechamiento racional de sus recursos. El diseño metodológico y del muestreo para la obtención de información se realizó siguiendo el esquema establecido en el Sistema de Información Pesquera desarrollado

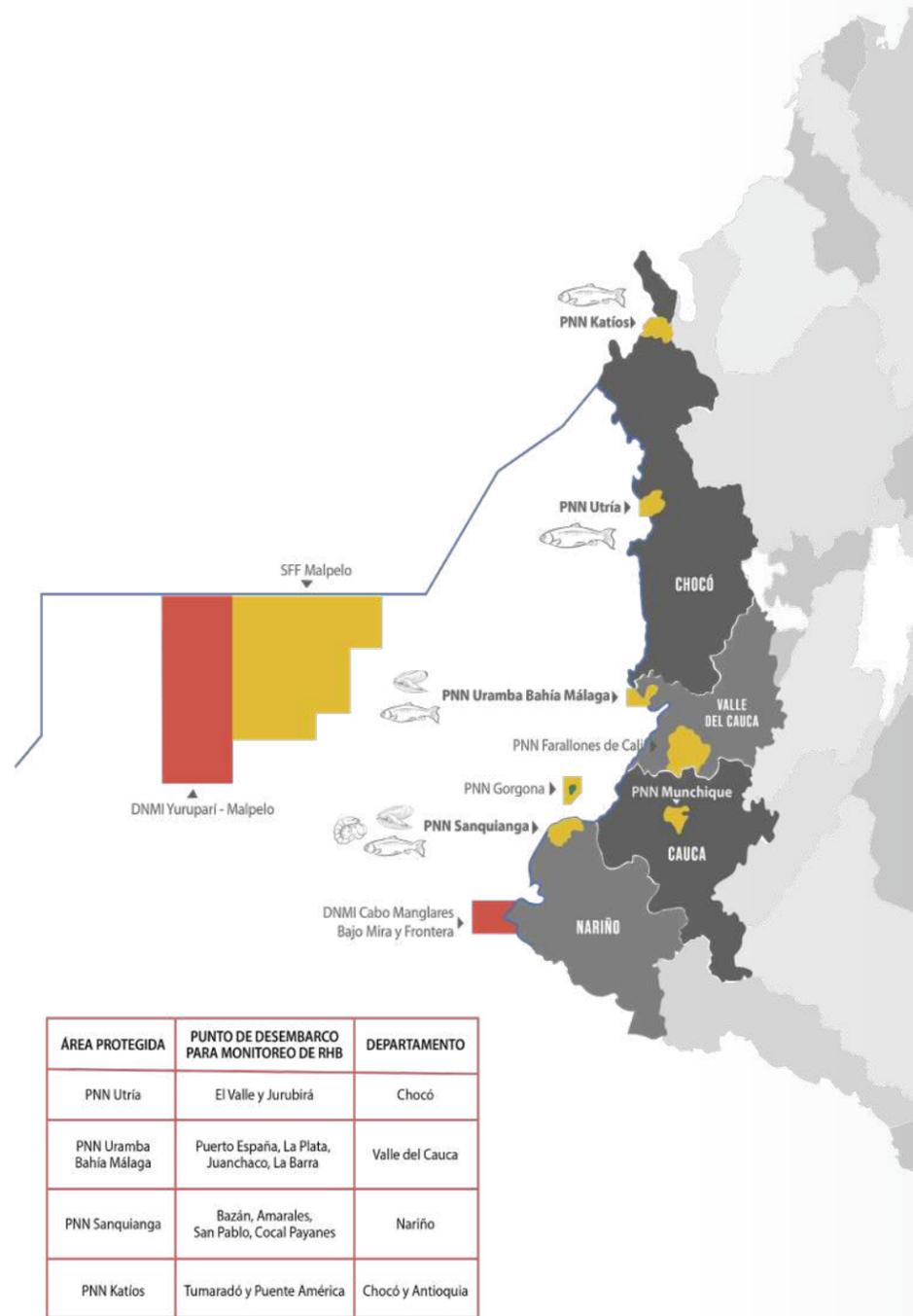
Territorial Pacífico inició el monitoreo de estos a través de la metodología del Sistema de Información Pesquera del Invermar (SIPEIN) (Narváez et al., 2005). Este monitoreo se inició en los parques marino costeros: Parque Nacional Natural Utría (PNN Utría) y el Parque Nacional Natural Sanquianga (PNN Sanquianga) en el año 2008; Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga (PNN Uramba Bahía Málaga) en el 2015; y en el parque continental, Parque Nacional Natural Katíos (PNN Katíos), en el 2011. La información obtenida en el monitoreo de RHB, sumada al ciclo de indagación desarrollado en los Parques, para priorizar especies de importancia ecológica y socioeconómica, han provisto información importante acerca de las especies objeto de extracción, los artes empleados, el número de usuarios (pescadores), la ubicación de los sitios de pesca (caladeros) y las especies más presionadas por la pesca en cada AP, donde algunas de estas han registrado un alto porcentaje de capturas por debajo de su talla de madurez sexual (TMS), indicador de posible sobrepesca en relación al crecimiento. Adicional a esto, si bien las AP cuentan con información biológica a nivel local de algunas de sus especies ícticas, aún se evidencian vacíos de información en este aspecto. El presente documento expone el método y algunos resultados obtenidos a partir de la captura, registro y análisis de información del monitoreo de recursos hidrobiológicos marinos en los PNN Utría, Uramba, Sanquianga y Los Katíos (y sus zonas de influencia) entre los años 2008 y 2017.

por el INVERMAR (SIPEIN) (Narváez et al., 2005). Este sistema de administración de información pesquera permitió el almacenamiento, depuración, procesamiento, y generación de análisis e informes.

Para establecer los puntos de desembarco de toma de información, se realizaron censos socio-pesqueros en cada AP. A partir de estos censos se escogieron las localidades que contaron con la mayor representatividad de la actividad pesquera dentro del Parque (Figura 1).

Figura 1

Ubicación de los puntos de desembarco para toma de información del monitoreo de recursos hidrobiológicos en las Áreas Protegidas de la Dirección Territorial Pacífico, en color amarillo los Parques Nacionales Naturales, en Color rojo los Distritos Nacionales de Manejo Integrado



Toma de datos en campo

Se monitorearon las unidades económicas pesqueras (UEP) en los sitios de desembarco definidos. En cada uno de los sitios un colector registró la información para cinco formatos diferentes de modo diferencial durante la semana; el formato de captura y esfuerzo pesquero se registró durante tres veces en la semana, así como la actividad diaria; el formato de frecuencia de tallas, dos veces por semana; el formato de precios de comercialización, una vez a la semana (y los días efectivos en que se realizó la actividad pesquera en la zona, se registró los siete días de la semana). Con esta información

el programa realizó la estimación correspondiente a las capturas mensuales de acuerdo con cada arte de pesca utilizado.

Para disponer de un monitoreo estadísticamente robusto y contar con un error menor al 10 %, se siguieron los lineamientos del SIPEIN, donde los datos fueron colectados con base en un muestreo aleatorio simple. Los tamaños muestrales fueron superiores al 30 % de las UEP por arte de pesca en cada sitio de desembarque y del 30 % mínimo de la captura para cada UEP (Figura 2).

Figura 2

Registro de información en campo como parte del monitoreo de recursos hidrobiológicos en las Áreas Protegidas de la Dirección Territorial Pacífico



Resultados y discusión

Durante el seguimiento a la actividad de pesca se registró el número de pescadores que hacen uso de los recursos hidrobiológicos en las áreas protegidas al igual que el número de artes y caladeros que se usan para realizar dicha actividad dentro y en zonas aledañas a

las AP (Tabla 1). De igual manera, se elaboraron listas preliminares de especies registradas, no obstante, algunas aún no cuentan con identificación taxonómica a nivel de género y especie, por esto actualmente los equipos de las AP trabajan en su identificación.

Tabla 1

Datos generales de la actividad de pesca en las AP que implementan el monitoreo de RHB con la herramienta SIPEIN

VARIABLE PESQUERA	CARACTERÍSTICAS	PNN UTRÍA	PNN URAMBA	PNN SANQUIANGA	PNN LOS KATÍOS
Número de artes de pesca	Atarraya	8			
	Línea de mano	124		16	
	Volantín		96		
	Trasmallo monofilamento	14	53	1102	
	Trasmallo multifilamento		20	206	145
	Tola				20
	Calabrote	1	2		
	Palangre/Espinel	47	41	176	
	Arpón	2	5		
	Red Barrial		1	20	
	Chinchorro chambero			14	
Número de pescadores	76 (El Valle)	476	2353	25 (Puerto América)	
	60 (Jurubirá)			47 (Puerto Unguía)	
				10 (Puerto Plata)	
				63 (Tumaradó)	
Número de caladeros georreferenciados	Número de especies	129	224	14	
Número de especies identificadas		154	63	146	30

Especies priorizadas

Si bien en el monitoreo se tomó información de la actividad de pesca en general, en cada AP se realizó una priorización de especies para el análisis de la información. Esta priorización se realizó teniendo en cuenta diversos criterios, a saber: cultural, pesquero y grado de amenaza. De esta manera, se priorizaron las especies con importancia para las comunidades de las AP en cuanto a seguridad alimentaria y valor cultural,

y que además contaron con volúmenes de captura de más del 2 % de las capturas totales de cada año, considerando también su categoría de amenaza por la IUCN, y la serie de libros rojos de Colombia. Actualmente se cuenta con 35 especies priorizadas, entre las cuales resaltan especies marinas como la merluza, la sierra, la albacora, el pargo rojo y lunarejo, la cherna, el mero, la corvina, el langostino, la piangua y especies dulceacuícolas como el bocachico y la doncella (Tabla 2).

Tabla 2

Especies priorizadas en el monitoreo de recursos hidrobiológicos, en las Áreas Protegidas de la Dirección Territorial Pacífico

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE AMENAZA LIBRO ROJO	KATÍOS	UTRÍA	MÁLAGA	SANQUIANGA
<i>Anadara tuberculosa</i>	Piangua	VU				X
<i>Bagre panamensis</i>	Barbinche					X
<i>Bagre pinnimaculatus</i>	Alguacil					X
<i>Brotula clarkae</i>	Merluza	NT		X		X
<i>Carangoides caballus</i>	Burique			X		
<i>Caranx caninus</i>	Jurel	LC		X		X
<i>Cetengraulis mysticetus</i>	Carduma	LC				X
<i>Cynoscion albus</i>	Corvina	VU			X	X
<i>Cynoscion phoxocephalus</i>	Pelada blanca	VU				X
<i>Epinephelus quinquefasciatus</i>	Mero	DD		X	X	
<i>Hyporthodus acanthistius</i>	Cherna	NT				X
<i>Litopenaeus occidentalis</i>	Camarón langostino	VU				X
<i>Lobotes pacificus</i>	Berrugate				X	X
<i>Lutjanus argentiventris</i>	Pargo chillao	LC			X	
<i>Lutjanus colorado</i>	Pargo vijo				X	

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE AMENAZA LIBRO ROJO	KATÍOS	UTRÍA	MÁLAGA	SANQUIANGA
<i>Lutjanus guttatus</i>	Pargo lunarejo	NT		X	X	X
<i>Lutjanus peru</i>	Pargo rojo	NT			X	
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa				X	
<i>Mugil curema</i>	Lisa					X
<i>Peprilus medius</i>	Manteco nacho					X
<i>Scomberomorus sierra</i>	Sierra castilla	NT		X	X	X
<i>Seriola rivoliana</i>	Bravo			X		
<i>Sphyrna ensis</i>	Champeta			X		
<i>Sphyrna lewini</i>	Cachuda	VU		X		
<i>Thunnus albacares</i>	Albacora aleta amarilla	NT		X		
<i>Thunnus obesus</i>	Albacora	VU			X	
<i>Tylosurus crocodilus fodiator</i>	Aguja cañonera			X		
<i>Ageneiosus caucanus</i>	Doncella	VU	X			
<i>Hoplias malabaricus</i>	Moncholo		X			
<i>Caquetaia kraussi</i>	Mojarra amarilla		X			
<i>Tarpón atlanticus</i>	Sábalo		X			
<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalo		X			
<i>Sorubium lima</i>	Bagre		X			
<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	VU	X			
<i>Cynopotamus atratoensis</i>	Canchana, boquiacha	VU	X			

Artes de pesca

Con el objetivo de responder las preguntas de monitoreo establecidas por cada AP, los análisis del monitoreo se realizaron en torno a la composición de la captura (peso/volumen, número

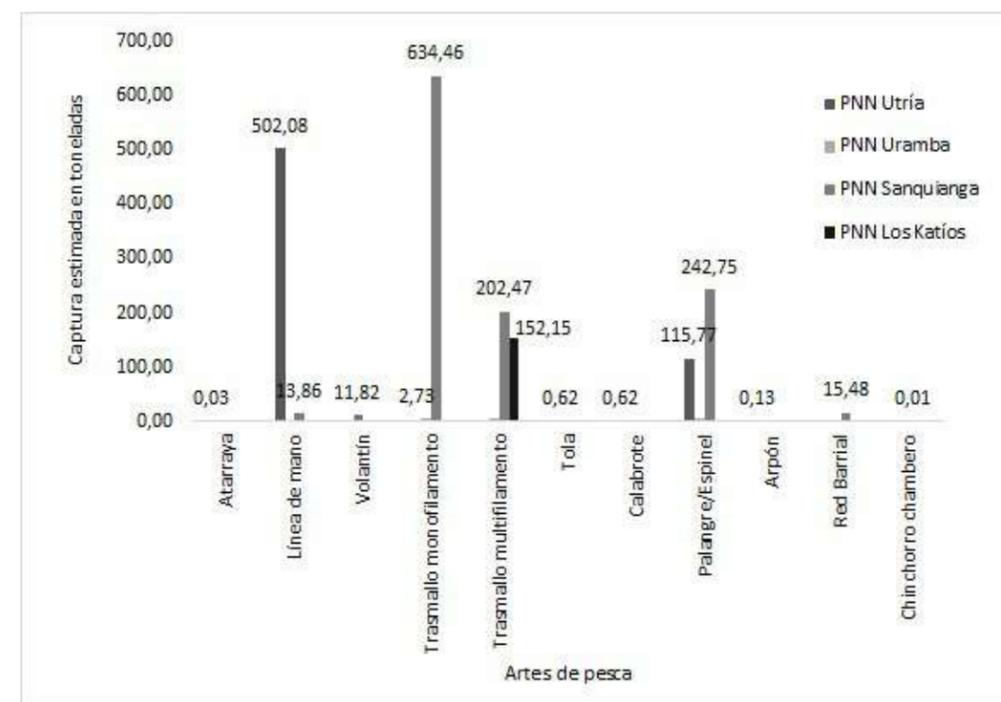
individuos y especies); las capturas por unidad de esfuerzo CPUE (kg/faena), por arte de pesca, caladeros, entre otros; la distribución de frecuencia de tallas de las especies; y el porcentaje de individuos capturados por debajo de la talla de madurez sexual (TMS). En cuanto a las artes

de pesca, en el PNN Utría los artes de pesca línea de mano y espinel registraron las más altas capturas en toneladas y en número de especies durante los años de monitoreo; en el PNN Uramba Bahía Málaga dominaron el volantín y el espinel; para el PNN Sanquianga, los trasmallos monofilamento y multifilamento presentaron los más altos registros de especies, debido

a que son artes de pesca multispecíficos que capturan gran variedad de especies en las zonas más cercanas a la costa; para el PNN Los Katíos, que solo cuenta con dos artes de pesca reportados (Trasmallo multifilamento y tola), el trasmallo domina tanto en volúmenes de captura como en especies (Figura 3).

Figura 3

Captura estimada en toneladas por arte de pesca en los PNN Utría, Uramba, Sanquianga y Los Katíos durante el periodo de monitoreo 2008-2017



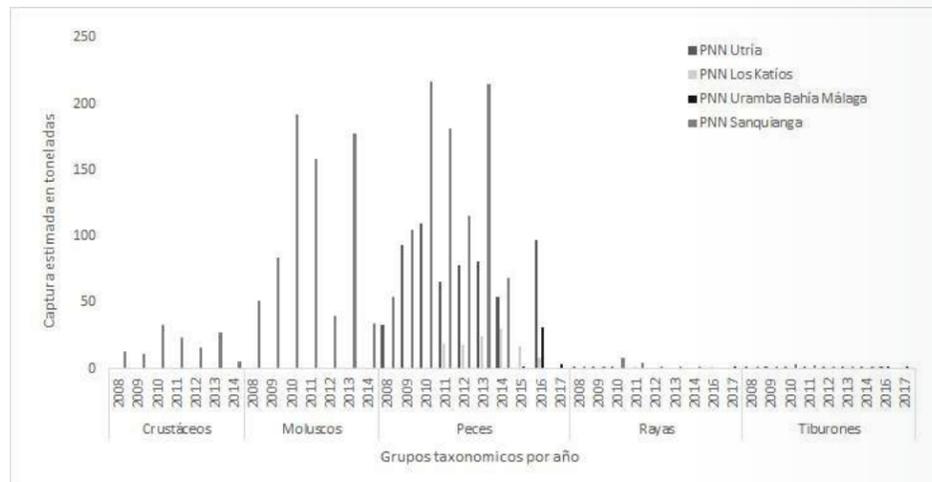
Captura total estimada

El monitoreo de recursos hidrobiológicos estuvo y continúa estando sujeto a la contratación de los colectores de campo, a la dinámica de las comunidades pesqueras y a la disposición de los pescadores para suministrar información, por lo tanto, el *n* muestral por mes y por año varía dependiendo de estas condiciones, evidenciando limitantes en la recolección de información. Adicionalmente, en algunas temporadas se presentó reducción de la actividad pesquera por condiciones sociales de las comunidades o por dinámicas climáticas que impiden la pesca, lo que limita a su vez el monitoreo. Hasta el momento se ha logrado estimar que de 2620,60 toneladas han sido extraídas entre 2008 -2017,

con 128,03 toneladas de crustáceos, 737,82 toneladas de moluscos, 1719,67 t de peces (116 t de agua dulce y 1603,3 t marinos), 15,74 t de rayas (0,05 t de agua dulce y 15,6 t marinas) y 19,35 t de tiburones, donde el Parque Sanquianga presentó las mayores capturas en peces, seguido por el Parque Utría. El Parque Uramba registró las menores capturas en todos los grupos en parte debido al periodo de tiempo durante el cual se ha implementado el monitoreo, ya que Uramba inició en el año 2015, mientras Utría y Sanquianga iniciaron en el año 2008 (Figura 4). Respecto a la estimación de capturas totales por desembarcadero por año, es necesario tener en cuenta las diferencias en el esfuerzo de muestreo y sus implicaciones en los resultados de la investigación.

Figura 4

Captura estimada anual en toneladas por grupo y Área Protegida

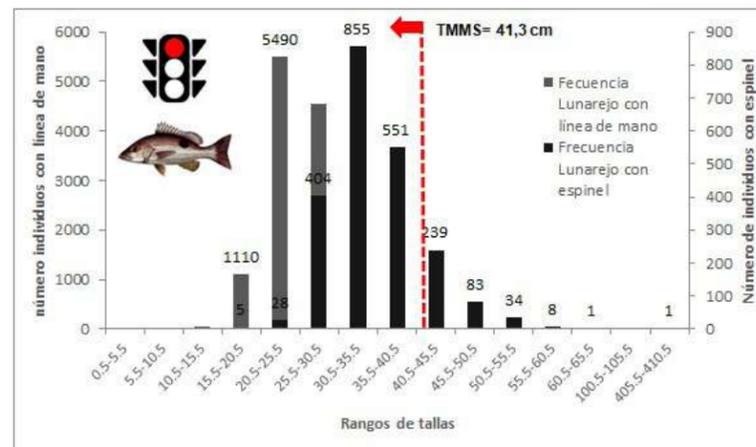


Capturas por debajo de la Talla de Madurez Sexual (TMS)

Las situaciones de riesgo predominantes en la actividad pesquera se presentan cuando se observa que el porcentaje de individuos de una especie es capturado por debajo de su TMS, lo cual indica si la población se encuentra o no en riesgo de sobrepesca en relación con el crecimiento (FAO, 1983). Tomando como ejemplo una de las especies priorizadas en el PNN Utría, el pargo lunarejo *Lutjanus guttatus*, se encuentra que las tallas de captura con las artes de pesca línea de mano y espinel (artes de anzuelo) están en un 96,3 % por debajo de su TMS determinada en 41,3 cm (AUNAP-Unimagdalena, 2013), lo que lo sitúa en un riesgo alto de sobrepesca en relación al crecimiento. Para complementar esta información

Figura 5

Frecuencia de tallas, número de individuos y porcentaje de capturas registradas para el pargo lunarejo en el PNN Utría



es necesario determinar el stock pesquero de la especie (Figura 5). Esta situación se repite para algunas de las especies priorizadas en el AP como la merluza, la albacora y la sierra. Particularmente, para la sierra, las capturas por debajo de su TMS fueron más altas en artes de pesca como el trasmallo con respecto al espinel y línea de mano. En contraste, para la albacora, el pargo lunarejo y la merluza, que sólo se capturan con artes de pesca de anzuelo, no se encontraron diferencias significativas en las tallas de captura con estas dos artes.

El riesgo de sobrepesca con relación al crecimiento para las especies ícticas en las AP se categorizan de acuerdo con su porcentaje de captura (% C) de la siguiente manera: si $\% C < 30$, se encuentra en riesgo bajo; si $30 \leq \% C \leq 50$, se encuentra en riesgo medio; y si $\% C > 50$, la especie se encuentra en riesgo alto.

Conclusiones

La mano de obra y el presupuesto del que se dispone para cubrir todas las facetas del sector pesquero en los países en vías de desarrollo son generalmente muy limitados. Esta situación se debe al grado de prioridad que los gobiernos dan a la pesca, en comparación a la atribuida a otros sectores de la economía, donde uno de los puntos más débiles en las pesquerías colombianas es el monitoreo pesquero y biológico, así como las estadísticas de desembarco. Como respuesta a este vacío surge la necesidad de desarrollar programas de monitoreo locales que permitan recopilar información pesquera de las especies objetivo y la fauna acompañante de las diferentes pesquerías del Pacífico colombiano. En este sentido, la implementación del monitoreo de recursos hidrobiológicos en PNN de la Dirección Territorial Pacífico, junto con el sistema de información pesquera del Invermar SIPEIN, se configura como una herramienta relevante en los diferentes contextos y realidades de las AP, la cual deben ser complementada con la información comunitaria y los resultados obtenidos a través de investigaciones o monitoreos biológico-reproductivos que se estén desarrollando en las AP, o sus zonas aledaña, para apoyar los procesos de ordenamiento pesquero y medidas de manejo concertadas con pescadores, contribuyendo a la generación de información de línea base para las estadísticas pesqueras a nivel nacional.

Entre las especies presentes en las AP que requieren especial atención por su captura constante y extracción permanente de individuos por debajo de su TMS, indiferente del arte de pesca con que son capturados y por su categoría de amenaza en Colombia, se encuentran: la sierra, la merluza, el pargo lunarejo, el pargo rojo, la albacora y el mero (en los parques Utría y Uramba) y la corvina, sierra, el langostino y la piangua (en el parque Sanquianga), las cuales tienen en común la identificación de la sobreexplotación por pesca como su principal amenaza.

Se infiere que la pesca con anzuelo es más selectiva desde el punto de vista de las especies de peces, dado que solamente captura aquellas que son atraídas por el cebo y también se produce una selección por tallas dentro de una

misma especie de acuerdo al tamaño del anzuelo. Por el contrario, las mallas capturan todas las especies que se encuentran atravesando su estructura, por ende su selectividad depende solo del tamaño del ojo de malla, con respecto a la circunferencia y longitud de las especies de peces (FAO, 1984). En AP del Pacífico colombiano como Utría y Uramba se evidencia que, a pesar de predominar los artes de pesca con anzuelo (línea de mano, espinel y volantín) para la albacora, el pargo lunarejo y la merluza, más del 50 % de las tallas de captura se encontraron por debajo de la TMS de cada especie, no encontrándose diferencias significativas entre los artes. En contraste, para la Sierra las capturas por debajo de su TMS sí fueron más altas en artes de pesca como el trasmallo con respecto al espinel y línea de mano; caso similar sucedió con especies como la corvina y la sierra en el PNN Sanquianga, donde sus tallas de captura por debajo de las TMS fueron más altas en el arte de pesca malla monofilamento fondera en comparación con la malla monofilamento flotadora y multifilamento flotadora, entendiendo que para las mallas también existen otros factores de selectividad dentro del mismo arte de pesca como el material, el método de captura, la longitud del arte, entre otros, aumentando la gradación de las probabilidades de retención.

Por otro lado, a pesar de las acciones conjuntas que se realizan desde hace más de 20 años, para especies como el camarón langostino se registran capturas con malla monofilamento fondera de más del 90 % por debajo de su TMS y más del 70 % por debajo de la TMS para la piangua por recolección manual. Estos datos exponen un panorama desalentador y alarmante frente a su estado y disponibilidad en un futuro.

Por tanto, más allá de asumir la teoría de que la pesca con anzuelo es más selectiva que la pesca con malla, se considera que el monitoreo continuo de RHB, sumado a las investigaciones científicas sobre la variada actividad de pesca en las AP del Pacífico, nos brindará la oportunidad de entender los factores de selectividad de los artes de pesca, relacionados con las características ecológicas y biofísicas particulares de cada AP. En esta línea de ideas y bajo el

panorama socio ecológico que se mueve en las AP del Pacífico colombiano, se recomienda entonces, desarrollar las siguientes acciones integrales:

Mantener los espacios de trabajo comunitario para la revisión conjunta y ajuste de las medidas de manejo (ojo de malla mayor a 2 3/4, veda de camarón langostino, pozas de no pesca en Sanquianga, no uso de malla en Utría, tallas medias de captura para las especies priorizadas en todas las AP, no pescar en caños en Katíos, entre otros), incluidas en los acuerdos comunitarios de uso y manejo firmados por las comunidades y las AP, a partir de la información técnica obtenida.

Continuar con el monitoreo periódico de los RHB para validar el manejo y los recorridos de prevención vigilancia y control para así propiciar el uso sostenible y equitativo de estos recursos bajo los enfoques tradicional y ecosistémico.

Complementar la información técnica con investigaciones sobre la biología reproductiva de las especies priorizadas en cada AP, obteniendo información frente a las diferentes estrategias reproductivas, así como investigaciones sobre funcionalidad ecológica y experimentos de selectividad de artes que respondan frente a la permanencia de las especies, a pesar de los altos porcentajes de captura registrados por debajo de sus TMMS. Tomando como ejemplo al pargo lunarejo, donde estudios realizados en el Pacífico costarricense encontraron una actividad reproductiva durante todo el año con dos períodos reproductivos principales (marzo-abril y agosto-noviembre) (Rojas, 1997b; Arellano et al., 2001; Soto et al., 2010; Correa & Jiménez, 2013). Adicional a esto, los autores sugirieron que el pargo lunarejo utiliza la estrategia reproductiva tipo "r", combinada con períodos reproductivos amplios, alta fecundidad y producción de huevos de diámetro pequeño que aseguran una alta tasa reproductiva (Rojas, 2001; Correa

& Jiménez, 2013). Esta información explicaría en parte la permanencia de la especie (a pesar de la alta cantidad de individuos capturados) y es de gran relevancia para la implementación de medidas de ordenación más ajustadas a la zona y a la especie como la veda temporal en sus épocas de reproducción (de ser necesario), ya que actualmente el pargo lunarejo es una de las especies más capturadas en los parques Utría y Uramba (con pocos kg de captura y muchos individuos) lo que supone una alta presión que se agrava con la demanda en épocas de turismo, donde comúnmente es comercializado en restaurantes bajo la categoría de "pargo platero", es decir, que quepa completo en un plato. Sin embargo, un pargo platero es un pargo inmaduro sexualmente, que no alcanzó a reproducirse, de ahí que esta costumbre arraigada en el consumidor sea un grave error (CI-WWF, 2019) y deba corregirse a través de las estrategias de educación de las AP para desincentivar el consumo y, por ende, las captura de estas tallas.

Continuar con la implementación de la estrategia educativa en las AP, promoviendo las Buenas Prácticas de Pesca y el consumo responsable a través del trabajo con instituciones educativas y el gremio pesquero y extendiéndola a los demás actores de la cadena productiva (comercializadores y consumidores finales).

Finalmente, implementar alternativas productivas, proyectos y/o aliados estratégicos para los pescadores, de tal manera que aporten a la sostenibilidad de estos y contribuyan a la disminución de la presión sobre los recursos pesqueros. Ante esta situación, actualmente la Dirección Territorial Pacífico implementa el proyecto de apoyo presupuestario de Desarrollo Local Sostenible financiado por la Unión Europea y próximamente se implementará el proyecto de áreas protegidas y diversidad biológica financiado por la República Federal Alemana (KFW).

Díaz, Liz Mercedes García Murillo, Luis Fernando Asprilla Andrare, Martín Epifanio Pinilla Segura, Milton Córdoba Bermúdez, Naira Bermúdez Cuesta, a los pescadores artesanales de línea

y espinel de los corregimientos de Jurubirá (Nuquí) y del Valle (Bahía solano); en el PNN Los Katíos, a Paula Casas, Maribel Córdoba Borja, Jhon Jaderson Mosquera Moya, Eberto Nagales Leudo, a los pescadores de los Consejos Comunitarios Bocas del Atrato, Leoncito, Tumaradó y Puente América; en el PNN Uramba Bahía Málaga, a Luis Fernando Ortega, Cristina Pretelt, a los pescadores de los Consejos Comunitarios de La Plata,

Puerto España Miramar, La Barra, Juanchaco, Ladrilleros y Chucheros; en el PNN Sanquianga, a Oscar Fernando Muñoz Lasso, Felipe Muriel Hoyos, a los pescadores de las comunidades de Los Mulatos, Amarales, Bazán, Bajito, Firme de los Cifuentes, San Pablo de la Mar y Cocal de los Payanes y, en general, a los equipos de trabajo de las Áreas Protegidas con los cuales es posible el desarrollo y seguimiento de este monitoreo.

Referencias

- AUNAP-UNIMAGDALENA. (2013). *Tallas mínimas de captura para el aprovechamiento sostenible de las principales especies de peces, crustáceos y moluscos comerciales de Colombia*. Autoridad Nacional de Acuicultura Pesca; Universidad de Magdalena.
- Correa, T. y Jiménez, L. (2013). Biología reproductiva de *Lutjanus guttatus* (Perciformes: Lutjanidae) en el Parque Nacional Natural Utría, Pacífico colombiano. *Revista Biología Tropical*, 61 (2), 829-840.
- Conservación internacional-WWF. (2019). *La pesca en Colombia: del agua a la mesa*. Agenda del Mar.
- Dirección Territorial Pacífico Parques Nacionales Naturales. (2018). *Propuesta técnica para el ordenamiento de los recursos hidrobiológicos y pesqueros en los PNN marinos de la Dirección Territorial Pacífico*. Parques Nacionales Naturales.
- FAO. (1983). *Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Roma. 1983. Doc.Tec. Pesca, (234):49 p. <http://www.fao.org/3/x6845s/x6845s00.htm>.
- FAO. (1984). *Manual de métodos para la evaluación de poblaciones de peces, parte 3 selectividad de artes de pesca*. Doc. Tec. Pesca, (41) Rev 1:56p. <http://www.fao.org/3/x5685s/x5685s00.htm>
- FAO. (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. (2018). Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9229es>.
- Mejía-Falla, P.A. y Navia, A.F. (2017). *Conocimiento de las pesquerías del Pacífico colombiano: ¿hacia pesquerías sostenibles o simple explotación para supervivencia?* Fundación SQUALUS.
- Naciones Unidas. (1992). Preámbulo. Convenio Diversidad Biológica (5 de junio de 1992). <https://www.CDB.int/doc/legal/CDB-es.pdf>.
- Narváez, J. C., Rueda, M., Viloria, E., Blanco, J., Romero, J.A. & Newmark, F. (2005). *Manual de Sistema de Información Pesquera del Invermar (SIPEIN v. 3.0). Una herramienta para el diseño de sistemas de manejo pesquero*. Instituto de Investigaciones marinas y Costeras, Invermar.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2016). *Pesca y acuicultura en Colombia*.
- Suárez, A.M., De la Pava, M, L., Reyes, F.J., Herrera, F., Rojas, A., Diazgranados, M.C. y San Juan, L.M. (Eds.). (2017). *Evaluación de la flota pesquera industrial en Colombia: Informe Técnico presentado a Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP y Conservación Internacional*. FUNDAMAR.

Agradecimientos

En el PNN Utría, a Julián Olaya, Angela Milena Melo, Bismar López Pinilla, Fausto Zúñiga Mosquera, Florentino Hinestroza Palacios, José Alberto Córdoba Bermúdez, José Fernely Mena

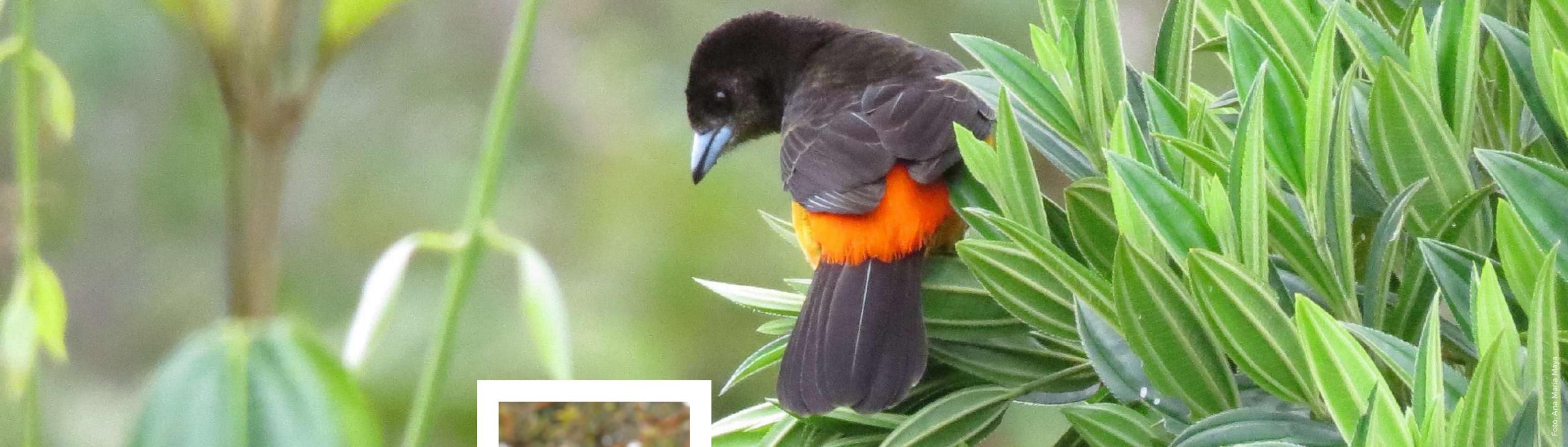


Foto: Ana María Maya



Foto: Ana María Maya

Estrategia de Restauración Ecológica en el Parque Nacional Natural Munchique: acuerdos de conservación y monitoreo de la vegetación en regeneración natural y sus aves asociadas

Ana María Maya Girón

Profesional de Monitoreo e Investigación. Parque Nacional Natural Munchique. Parques Nacionales Naturales de Colombia. monitoreo.pnnmunchique@gmail.com

Martha Elena Muñoz Ordoñez

Profesional Uso, Ocupación y Tenencia. Parque Nacional Natural Munchique. Parques Nacionales Naturales de Colombia. uotmunchique2020@gmail.com

Ecological Restoration Strategy in Munchique National Natural Park: Conservation Agreements and Monitoring of the Vegetation in Natural Regeneration and Associated Birds

Huber Efrén Pino Astudillo

Técnico Administrativo. Parque Nacional Natural Munchique. Parques Nacionales Naturales de Colombia. hepino2346@gmail.com

Huier Arley Pechené Huila

Operario Calificado. Parque Nacional Natural Munchique. Parques Nacionales Naturales de Colombia. huilapechene@gmail.com

Julián Medina

Operario Calificado. Parque Nacional Natural Munchique. Parques Nacionales Naturales de Colombia. julianmedina71@gamil.com

RESUMEN

La implementación de prácticas productivas no sostenibles ha degradado los ecosistemas andinos, lo que ha ocasionado pérdida de biodiversidad y reducción de servicios ecosistémicos. La regeneración natural es una alternativa viable para recuperar cobertura vegetal y proteger la diversidad natural, proceso que implementa el Parque Nacional Natural Munchique en su Estrategia de Restauración Ecológica (ERE). Una de las actividades de la ERE corresponde al acuerdo con campesinos para destinar áreas de uso y ocupación para regeneración natural. Además, la ERE cuenta con el monitoreo bianual de vegetación con el establecimiento de parcelas tipo Gentry en una zona de selva subandina, donde se ha permitido la recuperación de la cobertura vegetal; de manera

adicional, desde 2012, se implementó el monitoreo semestral de la riqueza de la comunidad de aves en los mismos escenarios mediante puntos fijos de observación. La firma de acuerdos de conservación en el marco de la ERE ha permitido la recuperación de áreas degradadas mediante el proceso de regeneración natural, el cual se ha caracterizado por el monitoreo de la dinámica sucesional de la estructura vegetal y la variación temporal en la composición y riqueza de las aves. A través de ello, se ha evaluado su eficiencia como acción de recuperación de coberturas naturales al interior del Parque Nacional Natural Munchique.

Palabras claves: Regeneración natural, selva subandina, aves, Parques Nacionales.

ABSTRACT

The implementation of unsustainable productive practices has degraded the Andean ecosystems, producing a reduction in biodiversity and ecosystem services. Natural regeneration is an alternative to recover natural plant cover and protect biodiversity, a process implemented by the Munchique National Natural Park through the Ecological Restoration Strategy (ERS). One of the activities of the ERS corresponds to the agreement with farmers in order to restore the used and occupied areas through a natural regeneration process; in addition, the ERS has a biannual monitoring of vegetation with the establishment of Gentry-type plots in an area of the Subandean Forest that has gone through natural regeneration process. Additionally, since 2012, biannual monitoring of the richness of the bird community was implemented in the same scenarios. The signing of conservation agreements within the framework of the ERS has allowed the recovery of degraded areas through the process of natural regeneration, which has been characterized by monitoring the successional dynamics of the plant structure and the temporal variation in composition and richness of avifauna. Through this, it has evaluated its efficiency in the recovery of natural coverings in Munchique National Natural Park.

Keywords: Natural Regeneration, subandean forest, birds, National Parks.

Introducción

En Colombia, los ecosistemas de la región andina han perdido más del 74% de su cobertura vegetal original debido a factores como expansión de la frontera agropecuaria y colonización (73 %), la producción maderera (12 %), el consumo de leña (11 %), los incendios forestales (2 %) y los cultivos ilícitos (2 %) (Rudas et al., 2007). La selva subandina, con bosques presentes en ambientes húmedos, muy húmedos y pluviales, ubicados entre los 1000 y 24000 m s.n.m (Cuatrecasas, 2017), presentan condiciones ambientales favorables que han provocado un alto grado de intervención a partir del establecimiento de áreas de cultivos y pastos (Rudas et al., 2007), lo que ha resultado en la fragmentación y remoción de la cobertura vegetal nativa.

La fragmentación de los ecosistemas es una de las principales causas de cambio en el ambiente físico-biótico en la medida que altera la composición, estructura y función original de un ecosistema e incrementa la vulnerabilidad de las especies que ahí se sustentan (Rudas et al., 2007). Una estrategia en contra de la fragmentación es la regeneración natural, la cual procura la reconstrucción de la conectividad y ayuda a la recuperación de las poblaciones animales a corto, mediano y largo plazo (Chazdon et al., 2008).

La región andina en Colombia, con la mayor tasa de transformación de la cobertura vegetal natural a agroecosistemas, también reúne el mayor número de áreas protegidas, las cuales presentan niveles crecientes de presión por implementación de sistemas productivos (Rudas et al., 2007). Ante esta problemática, el Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN), como ente encargado de la administración, protección y conservación de las áreas protegidas del país, comenzó desde el año 2004 a desarrollar una iniciativa dirigida a la recuperación de zonas degradadas en su jurisdicción, de manera articulada con las comunidades campesinas vecinas al sistema, proceso que, para 2006,

fue definido como una línea estratégica de manejo, denominada Restauración Ecológica Participativa (REP) (Resolución 0247, 2007).

El Parque Nacional Natural Munchique (PNNM), declarado como área protegida en 1977, protege ecosistemas andinos entre los 500-3170 metros de altitud (Acevedo, 1994). Sin embargo, dentro del PNNM se encuentran áreas deforestadas por la implementación de sistemas productivos establecidos antes y después de su declaración. Ante esta problemática y dentro de la línea estratégica del Sistema de Parques Nacionales Naturales, en el 2006 el Parque Nacional Natural Munchique presentó el proyecto titulado “Restauración Ecológica Participativa con Familias Campesinas en el Parque Nacional Natural Munchique para la Alianza de la Conservación”. El objetivo de este proyecto planteaba generar un proceso de REP con las comunidades campesinas que se encuentran dentro del área protegida para dar un manejo efectivo de las áreas ocupadas y/o en uso.

A partir del proyecto REP presentado por el PNNM y desde el 2007, un poco más de 60 familias campesinas que se encuentran al interior del área protegida (AP) se vincularon al proyecto a partir de la firma de acuerdos de conservación con los cuales se adquiere el compromiso de desarrollar actividades para disminuir los impactos ambientales producto del desarrollo de las acciones que realizan para subsistir (Muñoz, 2014). Entre las opciones disponibles, la liberación de áreas para la regeneración natural fue una de las actividades con las que se comprometieron los campesinos.

Como parte de la estrategia REP, y desde el 2011, el AP implementó el monitoreo de la composición y estructura vegetal de parcelas de vegetación tipo Gentry (Gentry, 1982) en proceso de regeneración natural en un área de la zona nororiental del PNNM con un ecosistema

de selva subandina (Cuatrecasas, 2017). Dicho monitoreo se planteó con el objetivo de contar con información periódica acerca del proceso de regeneración natural en la selva subandina, ecosistema en el que se encontraban las áreas liberadas por los firmantes de los acuerdos de conservación. Además, desde 2012, se inició el monitoreo de la riqueza de aves presente en las parcelas de regeneración natural, con el objetivo de incluir el componente de

fauna al seguimiento del proceso de sucesión secundaria.

El presente artículo muestra parte de los logros de la estrategia de REP implementada por el PNNM desde 2006, a partir de la firma de acuerdos de conservación con los campesinos asentados al interior del AP y los resultados de los monitoreos de vegetación y aves.

Métodos

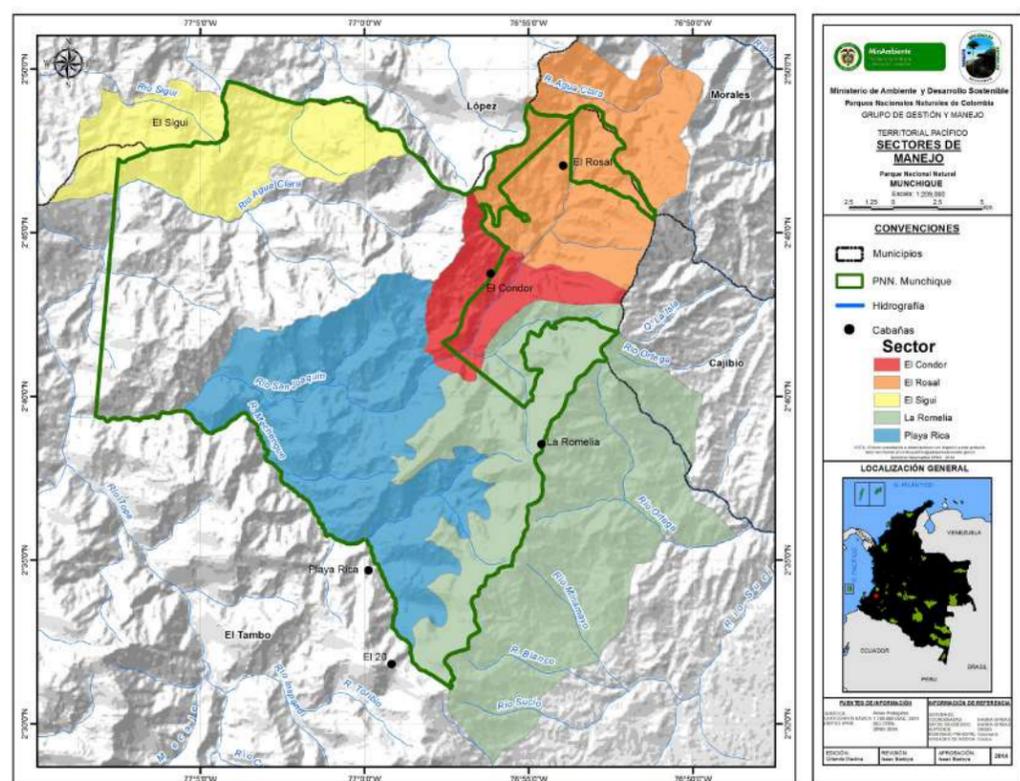
Área de estudio

El PNNM se ubica en el flanco occidental de la cordillera occidental, municipio de El Tambo, departamento del Cauca, entre los 2° 28' y 2° 55' de latitud Norte y los 76° 51' y 77° 10' de longitud Oeste (Figura 1). El área protegida tiene una extensión de 46982 ha, se ubica en un

rango altitudinal entre los 500 y 3170 m s.n.m., presenta una temperatura entre los 5 °C-27 °C, con precipitaciones que varían de los 3000 a los 5000 mm y con una humedad relativa de 87 % (Parque Nacional Natural Munchique, 2018).

Figura 1

Ubicación geográfica del PNN Munchique y localización de los sectores de manejo



Nota. Información proporcionada por la SIG-DTPA.

Zona de implementación de la estrategia de REP y área de muestreo de los monitoreos de vegetación y aves

La implementación del proyecto de REP y el monitoreo de la vegetación y aves se encuentran ubicados en una zona del ecosistema de selva subandina (Cuatrecasas, 2017), en la parte nororiental del área protegida que corresponde al sector de manejo El Rosal, en el corregimiento de la Gallera, Municipio de El Tambo, departamento del Cauca (Figura 1). Los procesos de colonización para este sector se dieron hacia la década de 1960, antes de la declaratoria del área protegida. Y, en la actualidad, corresponde a una zona en donde se ubican los asentamientos más densos de comunidades campesinas e indígenas (Parque Nacional Natural Munchique, 2018).

Las actividades del proyecto REP se desarrollan en la zona de recuperación natural del AP, definida como la zona que ha sufrido alteraciones en su ambiente natural y que está destinada al logro de la recuperación de la naturaleza que allí existió (Parque Nacional Natural Munchique, 2018).

El sitio de muestreo de los monitoreos comprende un área de 0,3 hectáreas, a una altura promedio de 1800 m s.n.m., en la zona con función amortiguadora del PNNM, en las inmediaciones de la cabaña de los funcionarios del sector El Rosal. Esta zona presenta relictos de bosque, con continuidad hacia áreas extensas de bosque maduro ubicadas al interior del AP, y que, además, colindan con áreas de uso agrícola y pecuario de comunidades campesinas e indígenas presentes en el territorio (Parque Nacional Natural Munchique, 2018).

Proyecto de Restauración Ecológica Participativa

El proyecto de restauración, planteado por el equipo técnico del PNNM en 2006, siguió los lineamientos de la Guía Técnica para Proyectos Piloto de Restauración Ecológica Participativa elaborada por Germán Camargo (2007). Esta guía el autor presenta un método para reconocer adecuadamente el proceso de alteración-regeneración del ecosistema y consiste en adquirir de fuentes primarias y secundarias

la información necesaria para soportar la toma de las decisiones que componen un proyecto piloto de REP, el cual se denomina Evaluación Rápida para Restauración Ecológica (ERRE) y se define como “el levantamiento de un mínimo de información indispensable para planificar y evaluar la restauración” (Camargo, 2007, p. 33).

Lo anterior hace parte de la secuencia metodológica para la estrategia REP que siguió el equipo del AP en el marco de la Resolución 0247 de 2007 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la cual consiste en: 1) conformación de los equipos técnicos y elaboración plan de trabajo; 2) capacitación como parte del aprestamiento y fortalecimiento; 3) diligenciamiento de la ficha ERRE; 4) formulación del proyecto REP, y 5) elaboración de los borradores de los acuerdos de conservación.

Además, en el marco de la resolución 0247 de 2007, los acuerdos de conservación, de carácter interinstitucional y temporal, se establecen bajo la premisa de reubicar a los ocupantes fuera del área en condiciones de dignidad que permitan su desarrollo integral y, del mismo modo, alcanzar el escenario ideal de la rehabilitación de las áreas perturbadas hacia la preservación de los ecosistemas.

Diseño de muestreo del monitoreo de vegetación y aves

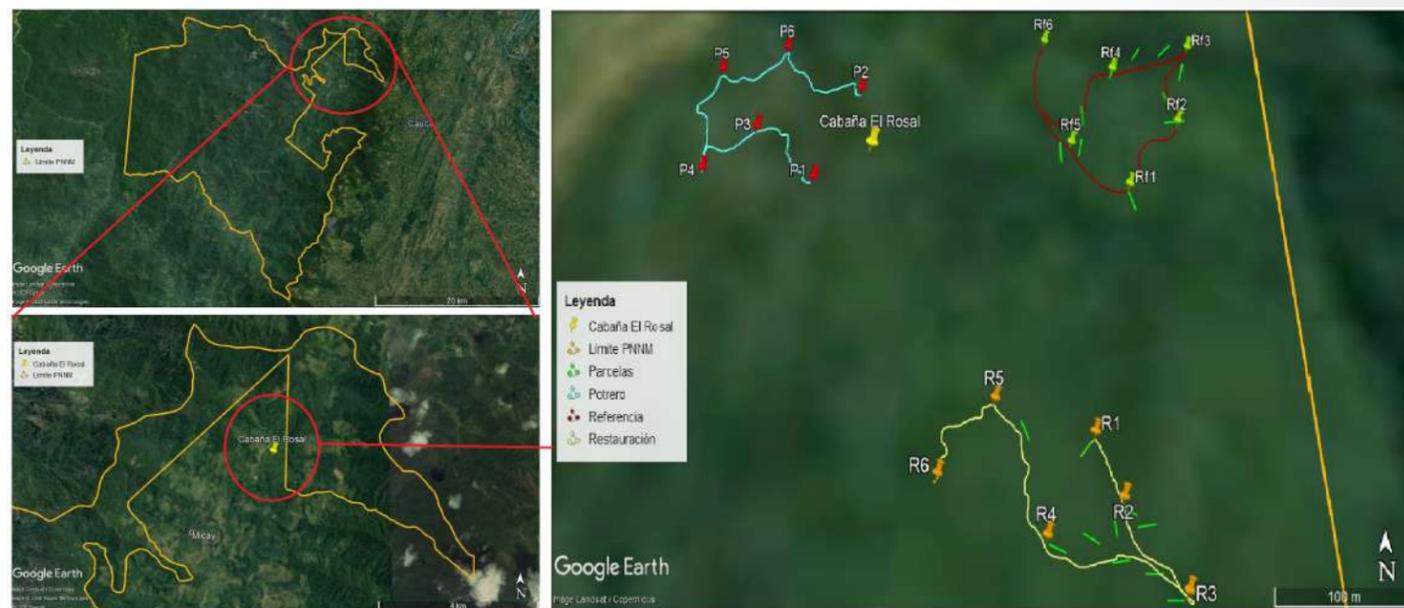
Para los monitoreos fueron establecidos tres escenarios: Referencia, Restauración y Potrero. El escenario de Referencia se definió como el hábitat que cuenta con las condiciones de bosque a las que se busca llegar con el proceso de regeneración natural; por su parte, la Restauración fue definida como la zona objetivo de recuperación a partir del proceso de sucesión secundaria. Finalmente, el escenario de Potrero, ubicado en cercanías de Referencia y Restauración, se estableció con el objetivo de identificar las especies de aves tolerantes a sitios perturbados, como también la movilidad de las especies entre el interior de bosque, borde de bosque y la zona de pastizal, condición que se asemeja al paisaje de las áreas de la zona con función amortiguadora y de recuperación natural del PNNM y en las que se localizan las acciones del proyecto REP.

En los escenarios de Referencia y Restauración fueron ubicadas 20 parcelas de vegetación tipo Gentry, distribuyendo 10 parcelas en cada sitio (donde cada parcela tenía un área de 50 m x 2 m [100 m²]), para un área total de 0,1 hectáreas por escenario además de 12 puntos fijos

de observación de aves, seis puntos por cada escenario, establecidos a partir de la metodología de (Ralph et al., 1996). Para el escenario de Potrero (0,1 ha) únicamente se establecieron seis puntos fijos para observación de aves, sin un seguimiento a la vegetación (Figura 2).

Figura 2

Distribución de los escenarios de monitoreo en la zona de muestreo del PNNM. Se indican las parcelas de vegetación y los puntos fijos de observación de aves



Nota. Información tomada desde Google Earth.

El censo de la vegetación en cada una de las parcelas se implementó para contar con un seguimiento análogo del avance de la regeneración natural en los predios de los acuerdos REP y se realizó siguiendo la metodología de Vallejo-Joyas et al. (2005), realizando el cálculo para el índice de valor de importancia de cada

especie (IVI) obtenido a partir de la sumatoria de la densidad (DeR), la frecuencia (FR) y la dominancia (DoR) relativas. La identificación de la avifauna se realizó a partir de las guías de campo de Hilty & Brown (2001), McMullan y colaboradores (2010) y de Ayerbe-Quiñones (2018).

Resultados y discusión

La estrategia de restauración ecológica implementada en el PNNM en 2006, llevó a la formulación del proyecto REP, logrando entre 2007 y 2010 la firma de 51 acuerdos REP con familias campesinas al interior del AP. Esto significó la recuperación de 457,3 ha, las cuales corresponden a la sumatoria de las áreas enmarcadas en los acuerdos firmados y en las que se

desarrollan actividades para la disminución de impactos ambientales causados por las actividades de subsistencia que implementan dichas familias.

Los anteriores acuerdos contaron con una duración de cinco años a partir del año de la firma. Sin embargo, el vencimiento de los términos

de los acuerdos no impidió que algunas de las familias firmantes continuarán con el proceso de rehabilitación en sus predios, por lo que para 2017 fue retomado el proyecto REP con el objetivo de continuar con el proceso de restauración ecológica en las 457,3 ha a través del manejo adaptativo. Esto permitió lograr la firma de 26 acuerdos REP, de los cuales 10 corresponden a los firmados entre 2007-2010. Estos nuevos acuerdos fueron proyectados con una duración de tres años y con ellos se espera la recuperación de 50 ha.

La firma de los acuerdos REP ha permitido que al interior del área protegida se mitiguen parte de las actividades que han perjudicado la conservación del ecosistema tropical, uno de los más afectados a escala del continente americano, el cual ha sido transformado en un mosaico de cultivos, pastizales y fragmentos de bosque de distintos tamaños, situación que ha llevado, igualmente, a un declive de la biodiversidad y funciones ecosistémicas a pequeña y gran escala (Uriarte et al., 2010). Para la década de 1980 los bosques tropicales del continente americano perdieron 74 millones de hectáreas a una tasa anual de deforestación de 0,75 %, principalmente en los bosques húmedos de tierras bajas (50,8 millones de hectáreas) (Vilches et al., 2008).

La liberación de áreas al interior de los predios de los campesinos firmantes, como parte de los compromisos adquiridos en los acuerdos, ha permitido que el proceso de regeneración natural de la vegetación lleve a la conformación de bosques secundarios neotropicales, que representan una opción para la recuperación y continuidad de la cobertura vegetal y de las poblaciones animales (Chazdon, 2003). Además, son importantes como proveedores de servicios ambientales, como modelos de rehabilitación en áreas degradadas y como refugios de biodiversidad (Vilches et al., 2008). El rápido crecimiento que caracteriza a estos bosques, sumado a la presión que actualmente sufren los bosques primarios, les confiere a los bosques secundarios, un enorme potencial de manejo (Guariguata y Ostertag, 2002).

El monitoreo de la vegetación a través de parcelas tipo Gentry (Gentry, 1982) le ha permitido al equipo del PNNM caracterizar el bosque secundario tropical. Así, el registro total, entre

los dos escenarios, arroja 79 especies de plantas vasculares distribuidas en 29 familias y 45 géneros, de las cuales las familias más representativas son melastomataceae, rubiaceae y lauraceae, y los géneros, *Miconia*, *Meriania*, *Elaeagia*, *Cyathea*, *Ocotea* y *Piper*. Dichas familias y géneros, también han sido reportados como los más representativos en otros estudios realizados en zonas de selva andina de la región y de Suramérica (Arellano y Macía, 2014; Franco et al., 1997; Gómez Girón, 2008; Sánchez, 2018; Velásquez et al., 2012).

El monitoreo de la vegetación ha permitido evidenciar el avance del proceso de regeneración natural hacia la recuperación de la cobertura vegetal, mediante el estudio de su estructura horizontal. El cálculo del área basal, que indica la cantidad de superficie ocupada por los árboles en una unidad de superficie (Gómez-Girón, 2008), permitió dar cuenta del aumento en la cobertura vegetal en los escenarios de monitoreo: entre los años 2013 a 2019 el escenario de Referencia reportó un aumento en su área basal de 2,02 m² a 2,53 m², mientras que el aumento en Restauración fue de 0,33 m² a 1,33 m².

Lo anterior permite validar que la estrategia de restauración ecológica participativa logra la recuperación de la cobertura vegetal, según lo demuestran los resultados de área basal. Además, para el último monitoreo (2019), se registró similitud del número de especies entre Referencia y Restauración, con 45 especies en cada escenario. Sin embargo, se debe tener presente lo planteado por Finegan (1996), quien afirma que la riqueza de especies vegetales de un bosque secundario puede alcanzar los valores de riqueza de un bosque primario en pocas décadas, mientras que alcanzar la misma composición es un proceso más largo, particularmente para árboles de dosel debido a su lento tiempo de rotación.

El monitoreo de las aves presentes en los escenarios evaluados, y el cual fue desarrollado entre los años 2012 y 2019, ha permitido dar cuenta de la dinámica temporal de la riqueza de aves con un registro de 162 especies pertenecientes a 11 órdenes, 33 familias y 124 géneros, entre los que el orden Passeriformes y la familia Thraupidae son los más representativos en cuanto a número de especies. En cuanto a los gremios tróficos, definidos a partir de Hilty

& Brown (2001) y establecidos para el agrupamiento de las especies, los gremios de los frugívoros, nectarívoros e insectívoros resultaron ser los que constantemente registraron el mayor número de especies a lo largo del monitoreo.

El gremio de los frugívoros, que registra el mayor número de especies a lo largo del monitoreo, es clave en el proceso de sucesión secundaria, ya que la dispersión de semillas a través de la fauna (zoocoria) tiene el potencial de acelerar la recolonización de vegetación nativa en sitios degradados mediante la lluvia de semillas (Dosch et al., 2007). Además, las aves frugívoras tienen la capacidad de influenciar la lluvia de semillas y son efectivas como dispersadores de semillas grandes o sucesionales tardías en paisajes degradados, donde el banco de semillas ha sido agotado y, por lo tanto, la regeneración es retardada (Martínez et al., 2002).

La mayor representatividad de las especies de aves frugívoras en la zona de muestreo puede entenderse a partir de la composición vegetal registrada en el monitoreo. La especie vegetal más importante en los dos escenarios de monitoreo (Referencia, Restauración), según su índice de valor de importancia (IVI), fue *Miconia theizans*, la cual pertenece a un género que se caracteriza por una abundante producción de frutos pequeños y semillas de manera asincrónica durante todo el año que ofrecen una oferta alimenticia constante para diferentes tipos de frugívoros (Palacio Arce, 2014). Además, su producción de frutos suculentos son atractivos

Conclusiones

El elemento clave a lo largo del proceso de implementación de la estrategia de Restauración Ecológica en el PNNM es la relación comunitaria lograda a través del desarrollo del proyecto REP. Esto ha contribuido con la gobernabilidad y credibilidad institucional, lo cual ha permitido una contribución en el manejo de la situación de uso, ocupación y tenencia de la comunidad campesina asentada al interior del área protegida y ha llevado, adicionalmente, a la disminución de las presiones que afectan al ecosistema de selva subandina.

para especies de aves frugívoras especialistas y generalistas (Snow, 1981).

A pesar de que los muestreos de monitoreo sobre la comunidad de aves han sido constantes en el tiempo y se cuenta con una caracterización de las especies representativas del ecosistema de selva subandina, aún no es posible afirmar que existe una recuperación de la funcionalidad ecosistémica en los escenarios de monitoreo. Poder contar con evidencia en cuanto a la composición de redes de interacción planta-animal, podría permitir la evaluación del avance hacia la recuperación de la funcionalidad ecosistémica, como lo presenta Ribeiro da Silva y colaboradores (2015), quienes lograron evidenciar que a un mayor tiempo de avance en el proceso de restauración del bosque, la comunidad de aves estudiadas se tornaba más compleja al presentar un mayor número de grupos de interacción planta-ave y un mayor grado de especialización entre dichas interacciones, lo que permite una diferenciación en los papeles funcionales de las especies (mayor complementariedad), incrementando la funcionalidad y diversidad del bosque. Por lo tanto, al aumentar el tiempo de sucesión vegetal a través de los acuerdos REP, tanto en la zona de monitoreo como en las zonas degradadas que se encuentran en procesos de regeneración natural, se espera que haya un aumento en la complejidad de las interacciones entre la comunidad vegetal y animal. En el futuro, se espera que ello conduzca a una recuperación de la funcionalidad ecosistémica.

La continuidad en el proceso de monitoreo de la vegetación en regeneración natural y de la avifauna asociada le ha permitido al equipo del PNNM caracterizar la dinámica temporal de ambas comunidades y el proceso de sucesión en la selva subandina. Esto ha validado la liberación de áreas degradadas para la regeneración natural como acción de recuperación de coberturas naturales al interior del AP, las cuales se encuentran presionadas por las comunidades campesinas asentadas al interior del PNNM.

También permitirá garantizar la continuidad del proceso REP en el PNNM permitirá que los procesos iniciados con las comunidades campesinas logren la recuperación del ecosistema de selva subandina en las zonas degradadas, llevando al mantenimiento del buen estado de las áreas en bosque natural, las conectividades y el mejoramiento de su entorno.

Agradecimientos

A todas las personas que han sido parte del equipo técnico del PNNM desde 2007, quienes han aportado a la consecución de los objetivos de la estrategia REP. A la Comunidad Campesina del Corregimiento de La Gallera, en especial a la Asociación de Productores Alternativos Agroecológicos y de Gestión Ambiental (APAG) por su participación, apoyo y acompañamiento constante en los diferentes procesos que desarrolla el equipo del PNNM en la zona. A la Unión Europea, que financió el apoyo presupuestario para los acuerdos de

Referencias

- Acevedo, C.I. (1994). Generalidades y reseña histórica del Parque Nacional Natural Munchique. *Novedades Colombianas Nueva Época*, 6, 3-14.
- Arellano, G., & Macía, M. J. (2014). Local and regional dominance of woody plants along an elevational gradient in a tropical montane forest of northwestern Bolivia. *Plant Ecology*, 215(1), 39-54.
- Ayerbe-Quiñonez, F. (2018). *Guía ilustrada de la avifauna colombiana*. Wildlife Conservation Society.
- Camargo, G. (2007). Guía Técnica para proyectos piloto de Restauración Ecológica Participativa. *Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia*. UAPNN.
- Chazdon, R. L. (2003). Tropical forest recovery: Legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 6(1-2), 51-71.
- Cuatrecasas, J. (2017). Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Parte II. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 41(Suplemento), 181.
- Dosch, J.J., Peterson, C.J., & Haines, B. L. (2007). Seed rain during initial colonization of abandoned pastures in

Finalmente, ayudará a consolidar, en colaboración con las autoridades competentes, el proceso de relocalización integral de las familias campesinas que se encuentran en ocupación y/o en uso del área protegida desde antes de su creación en condiciones de dignidad que garanticen su adecuada subsistencia, esto en el marco del respeto de los derechos humanos y la legislación colombiana.

restauración. A la Asociación para el Estudio y la Conservación de las Aves en Colombia – Calidris, que apoyó al PNNM en el diseño metodológico del monitoreo de la comunidad de aves. A la Fundación Ecohábitats y World Wildlife Fund (WWF) por el apoyo brindado entre 2015 y 2017 para el desarrollo del monitoreo, en el marco de los convenios TW25/TW63 para el proyecto “Conservación de la biodiversidad en paisajes impactados por la minería en la región del Chocó Biogeográfico”.

- the premontane wet forest zone of southern Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology*, 23(02), 151-159.
- Finegan, B. (1996). Pattern and process in neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. *Trends Ecol. Evol.* 11, 119 – 124.
- Franco-Rosselli, P., Betancur, J. & Fernández-Alonso, J. L. (1997). Diversidad florística en dos bosques subandinos del sur de Colombia. *Caldasia*, 19 (1-2), 205-234.
- Gentry, A. H. (1982). Patterns of Neotropical Plant Species Diversity. *Evolutionary Biology*, 15, 1-84.
- Gómez Girón, N. A. (2008). *Estudio florístico de dos sitios localizados en el sector El Cóndor del Parque Nacional Natural Munchique, Municipio de El Tambo, Departamento del Cauca, Colombia*. Universidad del Cauca.
- Guariguata, M. R., & Ostertag, R. (2002). Sucesión secundaria. En Manuel R. Guariguata & Gustavo H. Kattan (Eds.), *Ecología de bosques neotropicales* (pp. 591-615). Editorial Tecnológica.
- Hilty, S.L. & Brown, W. L. (2001). *Guía de las Aves de Colombia*. Princeton UP.

- Martínez-Garza, C. & González-Montagut, R. (2002). Seed rain of fleshy-fruited species in tropical pastures in Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 18(03), 457-462.
- McMullan, M. & Donegan, T. (2014). *Field Guide to the birds of Colombia*. Fundación Proaves de Colombia.
- Muñoz, M. (2014). Informe Final Estrategia de Restauración Ecológica. Parque Nacional Natural Munchique.
- Palacio Arce, R. D. (2014). *Estructura de la red de interacciones mutualista entre plantas y aves frugívoras en el bosque nublado de San Antonio -km 18, Valle del Cauca*. Universidad Icesi.
- Parque Nacional Natural Munchique, Munchique. (2018). *Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Munchique*. (Plan de manejo inédito). Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Ralph, C., John, G., Geoffrey, R., Pyle, P., Martin, T. E., Desante, D. F., & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres Agradecimientos*. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Resolución 0247. (2007). Por la cual se establece el Protocolo para el desarrollo de la estrategia de Restauración Ecológica Participativa (REP) al interior de las áreas que integran el Sistema de Parques Nacionales Naturales y se toman otras determinaciones. <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/restauracionparticipativa.pdf>
- Ribeiro da Silva, F., Montoya, D., Furtado, R., Memmott, J., Pizo, M. A., & Rodríguez, R. R. (2015). The restoration of tropical seed dispersal networks. *Restoration Ecology*, 23(6), 852-860.
- Rudas, G., Marcelo, D., Armenteras, D., Rodríguez, N., Morales, M., Delgado, L. C., & Sarmiento, A. (2007). *Biodiversidad y Actividad Humana: Relaciones en ecosistemas de Bosque Subandino en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Sánchez, J. A. (2018). Composición y estructura de la vegetación en dos zonas de vida del Parque Nacional Natural Munchique (Tambo, Cauca, Colombia). *Novedades Colombianas*, 13(1), 21-47.
- Snow, D. W. (1981). Tropical Frugivorous Birds and Their Food Plants: A World Survey. *Biotropica*, 13(1), 1-14.
- Uriarte, M., Scheneider, L., & Rudel, T. K. (2010). Synthesis: Land Transitions in the Tropics. *Biotropica*, 42(1), 59-62.
- Vallejo-Joyas, M. I., Londoño-Vega, A. C., López-Camacho, R., Galeano, G., Álvarez-Dávila, E., & Devia-Álvarez, W. (2005). *Establecimiento de parcelas permanentes*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Velásquez, J. O., Maniguaje, L., & Duque, A. J. (2012). Diversidad y dinámica de un bosque subandino de altitud en la región norte de los Andes Colombianos. *Revista de Biología Tropical*, 60(2), 943-952.
- Vilches, B., Chazdon, R., & Milla, V. (2008). Dinámica de la regeneración natural en cuatro bosques secundarios tropicales de la región de Huetar Norte, Costa Rica: su valor para la conservación o uso comercial. *Recursos Naturales y Ambiente*, 55, 118-128.

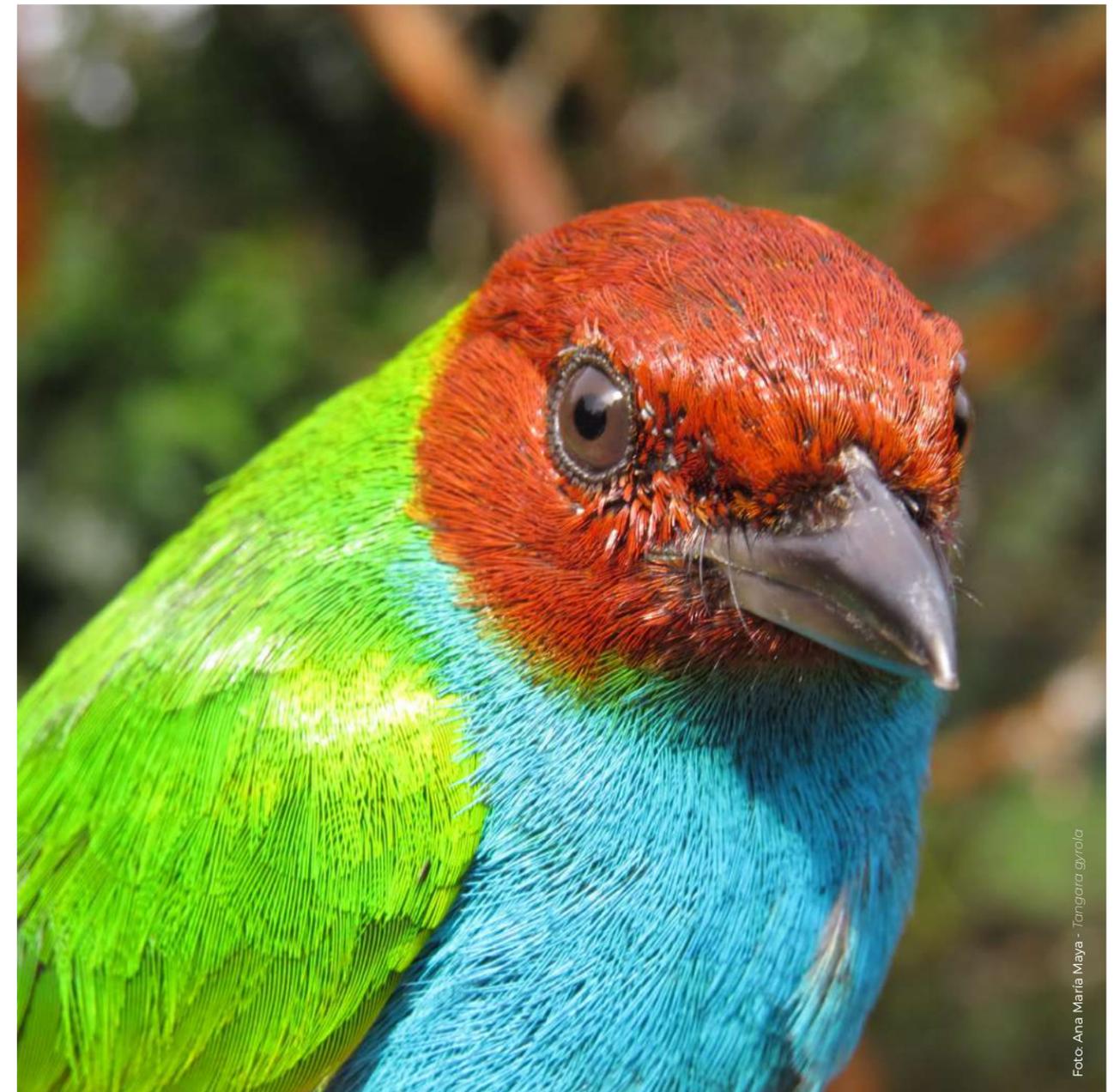


Foto: Ana María Maya - Tangara gyrola



Foto: Erwin Carbono

Foto: Erwin Carbono

Atropellamiento de vertebrados silvestres en la carretera troncal del caribe del Vía Parque Isla De Salamanca (VP Isla de Salamanca) en el Departamento del Magdalena, Colombia

Vertebrate Wildlife Roadkill in Salamanca Island Road Park, Magdalena, Colombia

Lina María García Calderón

Bióloga. Profesional Universitario Grado 11. Vía Parque Isla de Salamanca. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
limargaca@gmail.com

Yessy Loraine García Luna

Bióloga. Profesional de investigación y monitoreo. Vía Parque Isla de Salamanca. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
garcia1902@gmail.com

Erwin Carbonó Palacio

Técnico profesional en Sistemas de Manejo de Gestión Ambiental. Técnico monitoreo y PVC. Vía Parque Isla de Salamanca. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
erwincarbono@gmail.com

Arcadio Altahona Mejía

Técnico en Recursos Naturales. Operario calificado grado 13. Vía Parque Isla de Salamanca. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
amaltahona@hotmail.com

Patricia Saldaña Pérez

Ingeniera Pesquera. Jefe de área protegida. Vía Parque Isla de Salamanca. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
patricia.saldana@parquesnacionales.gov.co

RESUMEN

la Vía Parque Isla de Salamanca es la única área del Sistema de Parques Nacionales Naturales con esta categoría. El área protegida es atravesada por la Troncal del Caribe Barranquilla- Ciénaga, con 44 km aproximadamente, situación que genera grandes impactos sobre el ecosistema. Así, el área registra la fauna atropellada en la Troncal Caribe a fin de determinar la incidencia de mortalidad de fauna silvestre en dos tramos establecidos: 1) el tramo uno que inicia desde el kilómetro 7 y va hasta el kilómetro 30; y 2) el tramo dos que inicia en el kilómetro 31 y va hasta el kilómetro 50 a una velocidad máxima de 20 km/h. Para ello, se realizan semanalmente cuatro recorridos a través de los cuales se ha registrado, entre octubre 2016 y diciembre de 2019, un total de 405 individuos atropellados. El

grupo más impactado fueron los mamíferos con 163 individuos y una representatividad del 40 %; lo siguen las aves con 122 con una representatividad de 30 %; los reptiles con 118 registros con una representatividad de 29 %; y, finalmente, los anfibios con dos registros y una representatividad del 1%. Las especies más afectadas por atropellamiento fueron *Procyon cancrivorus*, *Boa Constrictor*, *Procyon lotor*, *Tamandúa mexicana* y *Cnemidophorus lemniscatus*. Estos resultados permiten evaluar la implementación de medidas de mitigación y manejo, y orientar la toma de decisiones sobre la fauna del Parque a nivel regional y nacional.

Palabras clave: atropellamiento, vertebrados, área protegida, Vía Parque.

ABSTRACT

Salamanca Island Road Park is the only one area of the National Natural Park System with this category. It is crossed by the Barranquilla - Ciénaga Caribbean Trunk, a road with approximately 44 km, which generates great impacts on the ecosystem. The protected area registers fauna run-over in the Caribbean Trunk with the objective of monitoring wild fauna mortality in two established sections: 1) section one which goes from Kilometer 7 to Kilometer 30 ; and 2) section two which goes from Kilometer 31 to Kilometer 50 at a maximum speed of 20 km/h. For this purpose, staff from the area carried out four journeys per week, between October 2016 and December 2019, registering a total of 405 records. The most affected group were mammals with 163 road-killed individuals, which represents 40 % of total amount; followed by birds with 122 which tantamounts to the 30 %; reptiles with 118 records, which represents 29 %; and amphibians with two records, which represents 1 %. The species most impacted by road traffic were *Procyon cancrivorus*, *Boa Constrictor*, *Procyon lotor*, *Tamandua mexicana* and *Cnemidophorus lemniscatus*. These results allow us to evaluate the implementation of mitigation and management measures, and offer appropriate guidance in face of the decision making processes associated with the fauna in the Park at a regional and national level.

Keywords: roadkill, vertebrates, protected area, park road.

Introducción

Los proyectos viales son obras que representan un beneficio social y económico para las regiones y mejoran la calidad de vida de los habitantes, de ahí que constituyan un elemento importante de desarrollo en las poblaciones humanas, ya que gracias a estas infraestructuras y la conectividad que ofrecen se desarrollan varias actividades económicas. Sin embargo, la construcción de estas infraestructuras ha generado diferentes impactos negativos sobre los ecosistemas naturales de todo el mundo. En muchos casos, los proyectos viales son presentados con múltiples beneficios sociales y económicos mientras se omiten las implicaciones ambientales, entre las cuales se incluye la fragmentación de hábitats, dispersión de especies exóticas, contaminación de aguas y suelo, alteración de ciclos hidrológicos y disminución de la fauna por atropellamiento (Arroyave et al., 2006). El atropellamiento de fauna es uno de los impactos más visibles y fáciles de reconocer, dado que los animales muertos son vistos sobre el asfalto, aunque no en todos los casos su observación e identificación sea sencilla; el impacto de las carreteras sobre los paisajes y la fauna asociada a ellos es tal que ha llegado a considerarse por algunos autores como el “gigante dormido de la conservación ecológica” (Coffin, 2007, p. 403).

La Vía Parque Isla de Salamanca es la única área protegida designada con esta categoría dentro del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia a nivel mundial. Es atravesada longitudinalmente por la carretera Troncal del Caribe que une a Santa Marta con Barranquilla en un tramo de 44 kilómetros aproximadamente, lo cual genera grandes impactos en el ecosistema. La Vía Parque Isla de Salamanca hace parte del sistema Ciénaga Grande de Santa Marta y cuenta con ecosistemas estratégicos y una diversidad hábitats que le confiere una importancia biológica, razón por la cual ha sido catalogada con importantes

denominaciones a nivel internacional. Debido al mosaico de ecosistemas que protege y a su diversidad biológica, el Parque cuenta con cuatro reconocimientos como área de especial importancia para la conservación: uno nacional (Vía Parque) y tres internacionales (Área de Importancia Internacional para la Conservación de las Aves [AICA], Zona Núcleo de la Reserva de la Biósfera y Humedal de Importancia Internacional Ramsar del Complejo Lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta).

En el Plan de Manejo del área se identifica el atropellamiento de fauna silvestre como una presión que afecta el estado de los Valores Objeto de Conservación (VOC) del área protegida. Aunque la Vía Parque desde su declaratoria ha venido observando el atropellamiento de fauna en la Carretera Troncal del Caribe, es importante anotar que lo había hecho sin un método establecido. Para solucionar esta falencia, en el año 2012 se dio inicio al registro de los atropellamientos de fauna, ya que anteriormente estos eran realizados de forma esporádica por funcionarios que transitaban por la carretera realizando sus actividades de Prevención Vigilancia y Control.

Teniendo en cuenta que la Troncal Caribe actúa como trampa mortal para los animales, fragmentando las coberturas vegetales presentes al lado y lado de la misma, impidiendo cruzarla o conseguir recursos en su superficie, esta se constituye como un agente de mortalidad considerable y actúa como una barrera física que limita el desplazamiento transversal de algunas especies. Teniendo en cuenta lo anterior, se estandarizó una metodología para el levantamiento de información de línea base de la presión por eventos de atropellamiento, con el objetivo de determinar la incidencia de mortalidad de fauna silvestre atropellada a lo largo de la carretera que atraviesa la Vía Parque Isla de Salamanca. Esta información será pertinente para el diseño de monitoreo de

atropellamiento de vertebrados silvestres en el área protegida.

Por otra parte, vale destacar que el levantamiento de la Vía Troncal del Caribe produjo la extracción una gran cantidad de montículos precolombinos conocidos como conchales, lo cual provocó la obstrucción de las conexiones

Métodos

Área de estudio

La Vía Parque Isla de Salamanca es un área protegida, de conservación estricta, que hace parte del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Está ubicada en el Complejo Lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, en jurisdicción de los municipios de Sitionuevo y Pueblo Viejo en el Departamento del Magdalena, Caribe colombiano. La Troncal del Caribe atraviesa en su zona norte el sistema de oriente a occidente y articula a las poblaciones de la zona costera entre sí y a éstas con Barranquilla. Con una extensión total de 56200 ha, de los cuales un 48 % corresponde a área marina; un 26 % a cuerpos de aguas (red hídrica: canales, caños, ciénagas y lagunas costeras); un 5% a bosque seco; y alrededor del 21 % da bosque de manglar distribuidos por casi toda el área emergida.¹

Esta área protegida posee ecosistemas estratégicos para el desarrollo de la diversidad biológica del sistema Ciénaga Grande de Santa Marta. Dada la disponibilidad de hábitats que ofrece, su importancia biológica es muy alta y ha sido catalogada con importantes denominaciones a nivel internacional, las cuales toman en cuenta el mosaico ecosistémico que la conforma.

¹ En la Vía Parque Isla de Salamanca por cuatro especies de mangle: *Rhizophora mangle* (mangle Rojo), *Avicennia germinans* (mangle salado), *Laguncularia racemosa* (mangle Amarillo) y en menor proporción *Conocarpus erectus* (mangle zaragoza).

directas que existían entre el mar y la Ciénaga Grande de Santa Marta. Esto provocó, igualmente, un cambio en la dinámica hídrica del sistema, lo cual generó, al mismo tiempo, un deterioro del ecosistema y la pérdida masiva de ecosistemas de mangle y recursos hidrobiológicos.

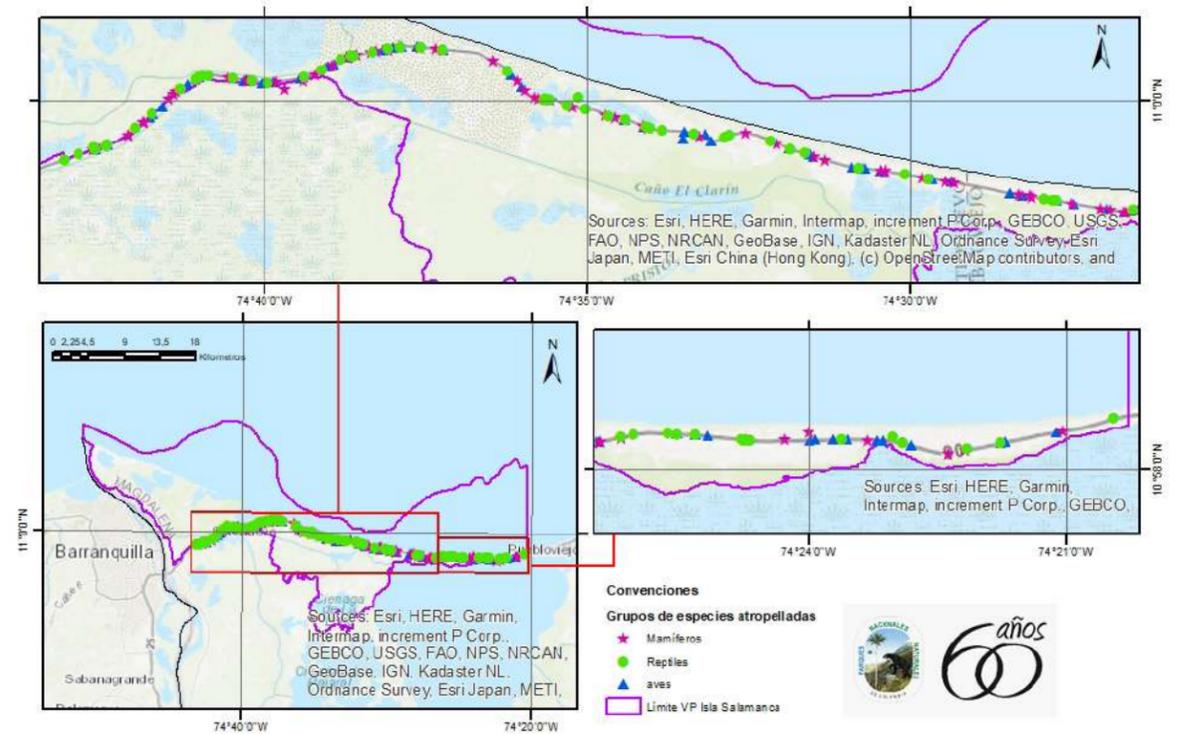
Registro de fauna silvestre atropellada

A partir del año 2016 se estableció un método estandarizado para la toma de datos de vertebrados silvestres atropellados a lo largo de la vía, en aproximadamente 44 km (Figura 1).

Se identificaron dos tramos teniendo en cuenta la operatividad y personal del área protegida: Tramo 1 (inicia en el km 7 hasta el km 30 o viceversa); y Tramo 2 (inicia en el km 31 hasta el km 50 o viceversa). Durante cuatro días de la semana entre las 7:00 y 10:00 am, se realizan recorridos en motocicleta a una velocidad que oscila entre los 20-30 km/h, lo cual permite registrar individuos que fueron atropellados durante horas de la noche. Para registrar los individuos atropellados en los tramos establecidos, el personal toma la información de la ficha de registro, la cual incluye los siguientes aspectos: año, mes, día, clima, hora, número de registro, seguido de la asignación de un código de seguimiento a partir de los dos últimos dos dígitos del año, mes, día, seguido de barra al piso (/) y dos dígitos (01) que indica el número de registros realizados (ejemplo: V_190805_01). Además, se registran las coordenadas del sitio, nombre común, nombre científico, cobertura, kilómetro y número de individuos (Figura 2).

Figura 1

Mapa atropellamientos de Fauna VP Isla Salamanca



Nota: Mapa de ubicación del área de estudio, troncal caribe Barranquilla – Ciénaga, de la Vía Parque Isla de Salamanca.

Figura 2

Registro de datos en campo



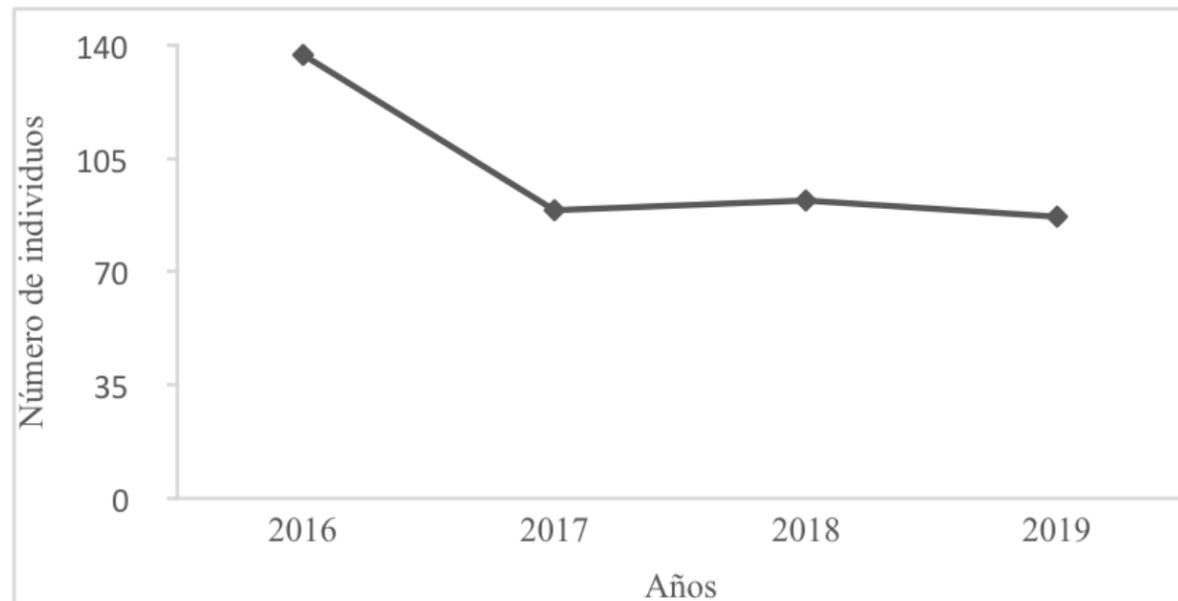
Resultados y discusión

Desde el mes de octubre del año 2016 hasta diciembre del año 2019 en la Vía Parque Isla de Salamanca se han registrado un total de 405 individuos atropellados en la carretera Troncal Caribe Barranquilla – Ciénaga. Para el año 2016 se registraron un total de 137 individuos (33,8 %); para el año 2017 se registraron 89 individuos

(21,9 %); en el año 2018 se registraron 92 individuos (22,8 %); y para el año 2019 se registraron 87 individuos (21,5 %). A partir de estos resultados, se puede evidenciar que los años con mayores registros de atropellamiento de fauna silvestre fueron el año 2016 y el año 2018 con 137 y 92 individuos respectivamente (Figura 3).

Figura 3

Número de individuos atropellados por años de registros en la troncal caribe Barranquilla – Ciénaga, de la Vía Parque Isla de Salamanca



La fauna silvestre atropellada en la troncal caribe Barranquilla – Ciénaga de la Vía Parque Isla de Salamanca se agrupa en cuatro grupos taxonómicos. De estos, los mamíferos es el que cuenta con mayor número de registros (163 individuos y una representatividad del 40 %), seguido por las aves (122 registros y representatividad de 30 %), reptiles (118 registros y representatividad de 29 %). Los anfibios son el grupo menos afectado (dos individuos a lo largo del levantamiento de línea base y una representatividad del 1 %) (Tabla 1), lo cual puede estar relacionado con el hecho de que los individuos de este grupo son de tamaño corporal pequeño y presentan una mayor degradación al ser atropellados con respecto a los demás grupos. Aún así, es preciso destacar que los anfibios son más susceptibles a las condiciones ambientales presentes en el área protegida como alta salinidades y épocas secas

bien marcadas, lo cual redundaría en condiciones inadecuadas para su subsistencia y corrobora lo reportado por Lobos et al. (2013,) quienes afirman que los anfibios se ven afectados principalmente en su estado larval, debido a un incremento en la salinidad, impidiendo un adecuado desarrollo de los mismos.

Argotte-Salas y Monsalvo-Martínez (2002) encontraron en la misma área de estudio que los mamíferos presentaron el mayor número de registros con un 41,7 % de representatividad, seguido de las aves con 26,8 %, posteriormente los reptiles con 26,4 % y los anfibios con 5,1 %. Estos resultados son similares a los estudios realizados por Seijas et al. (2013) y De La Ossa & De La Ossa (2015) quienes reportan que los grupos con mayor número de atropellamientos son los reptiles y los mamíferos.

Tabla 1

Representatividad de individuos por grupos taxonómicos atropellados en la troncal caribe Barranquilla – Ciénaga, de la Vía Parque Isla de Salamanca

CLASE	2016	2017	2018	2019	TOTAL	% REPRESENTATIVIDAD
Aves	51	24	25	22	122	30%
Reptiles	57	27	16	18	118	29%
Mamíferos	29	38	51	45	163	40%
Anfibios	0	0	0	2	2	1%
	137	89	92	87	405	100%

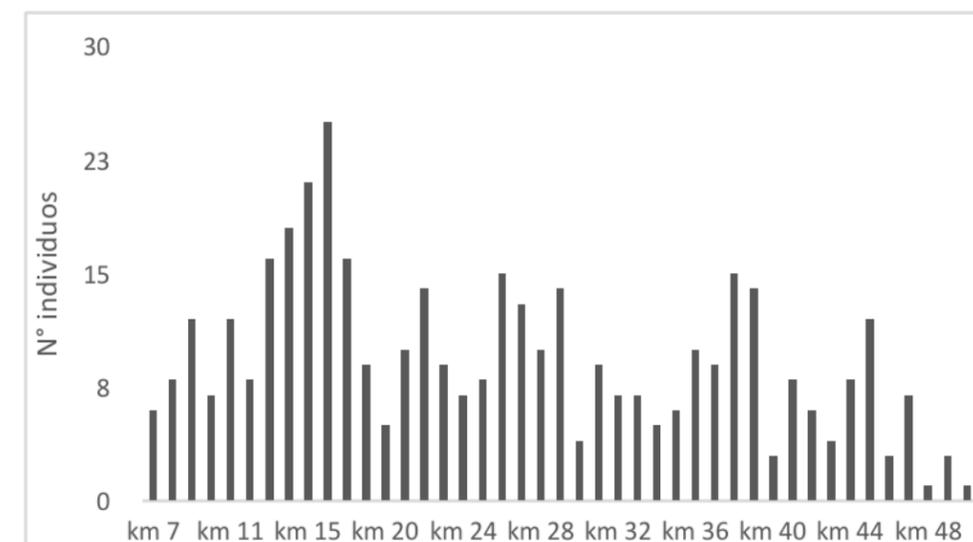
Se identificó que los individuos de los diferentes grupos se distribuyen a lo largo de toda la carretera, sin embargo se registra una mayor incidencia de atropellamiento en tramo 1 comprendido entre el kilómetro 7 al 30 con una frecuencia de atropellamiento de 11,6 Ind/km, mientras que el tramo 2 (km 31 al km 50) presentó una frecuencia de atropellamiento de 6,9 Ind/km.

Los kilómetros del 13 al 17 registran el mayor número de individuos atropellados, seguido por el tramo que abarca los kilómetros 26 al 29, el cual se encuentra entre el bosque de manglar vivo y cuerpos de aguas; y el tramo entre el kilómetro 36 y el 39 que se caracteriza por presentar planos inundables y bosque seco tropical (Figura 4).

Las carreteras suelen ser un elemento atractivo para ciertos animales por distintos motivos. Los reptiles como las culebras, lagartos e iguanas, al ser ectotérmicos o de sangre fría requieren regular su temperatura corporal mediante la absorción de calor del ambiente, por lo cual se acercan a las carreteras para aprovechar el calor absorbido por el pavimento, tanto en el día como en la noche. Además, los distintos patrones estacionales de conducta como cortejo, migraciones, reproducción, apareamiento, abundancia de especies y búsqueda de alimentos hacen posible que haya una mayor cantidad de animales muertos en la vía, en determinados períodos del año. (Cupul, 2002).

Figura 4

Incidencia de atropellamiento por kilómetros en la troncal caribe Barranquilla – Ciénaga, de la Vía Parque Isla de Salamanca



Las especies con mayor representatividad de atropellamiento fueron *Procyon cancrivorus* (23,7 %), *Boa Constrictor* (10,6 %), *Procyon lotor* (19,7 %), *Tamandúa mexicana* (7,4%) y *Cnemidophorus lemniscatus* con (5,6 %) (Tabla 2), lo cual concuerda con los resultados del estudio realizado por Argotte-Salas y Monsalvo-Martinez(2002) en la Vía Parque Isla de Salamanca; así como en otros lugares del país como la vía que atraviesa la Ciénaga La Caimanera (Sucre), en donde se reportó el atropellamiento de *Tamandúa mexicana* asociado a la presencia de hormigas que se encuentran en la vegetación aledaña a la carretera, lo cual hace que este se acerque para alimentarse.

Cabe resaltar que las especies registradas en estos eventos cuentan con hábitos generalistas que responden a los cambios en su hábitat y se desplazan de acuerdo a los requerimientos de refugio y recursos, probablemente limitados o fragmentados por la construcción de dichos corredores viales (Estrada et al., 1994). Lo anterior concuerda con lo reportado por Adárraga et al. (2017), quien indica que los altos índices de atropellamientos de algunas especies probablemente estén asociados a sus ciclos biológicos y al aprovechamiento del medio como épocas de migración, dietas amplias y hábitos oportunistas, necesidad de termorregulación y épocas reproductivas.

Tabla 2

Representatividad de especies atropelladas en la carretera Troncal Caribe Barranquilla – Ciénaga de la Vía Parque Isla de Salamanca y categoría de amenaza de la IUCN

ESPECIES	Nº DE INDIVIDUOS	PORCENTAJE DE REPRESENTATIVIDAD	CATEGORÍA DE ESTADO IUCN
<i>Ardea alba</i>	16	3,9%	LC
<i>Boa constrictor</i>	43	10,6%	
<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	23	5,6%	LC
<i>Iguana iguana</i>	15	3,7%	LC
<i>Procyon cancrivorus</i>	96	23,7%	LC
<i>Procyon lotor</i>	30	7,4%	LC
<i>Protonotaria citrea</i>	20	4,9%	LC
<i>Tamandúa mexicana</i>	30	7,4%	LC
	137	89	92

A pesar que se realizan todos los esfuerzos en el uso de claves taxonómicas y guías de campo, existen especies que no se logran identificar debido a las condiciones en las cuales quedan los individuos al ser atropellados, presentándose el mayor registro de individuos sin identificar para las aves con 29 registros, seguido por los reptiles con 14 registros, mamíferos con cuatro y anfibios con un registro (Figura 5).

El análisis de la relación que existe entre el atropellamiento de fauna con la forma o atributos de la carretera (curvas y rectas) con representatividades del 56,5 % y 43,5 % respectivamente encontró que en los tramos de forma alineada o rectas, es en donde se presenta la mayor incidencia de atropellamiento, por lo cual es donde existe mayor peligro para la fauna presente en el área protegida (Figura 6).

Figura 5

Representatividad de individuos atropellados no identificados en la carretera Troncal Caribe Barranquilla – Ciénaga de la Vía Parque Isla de Salamanca

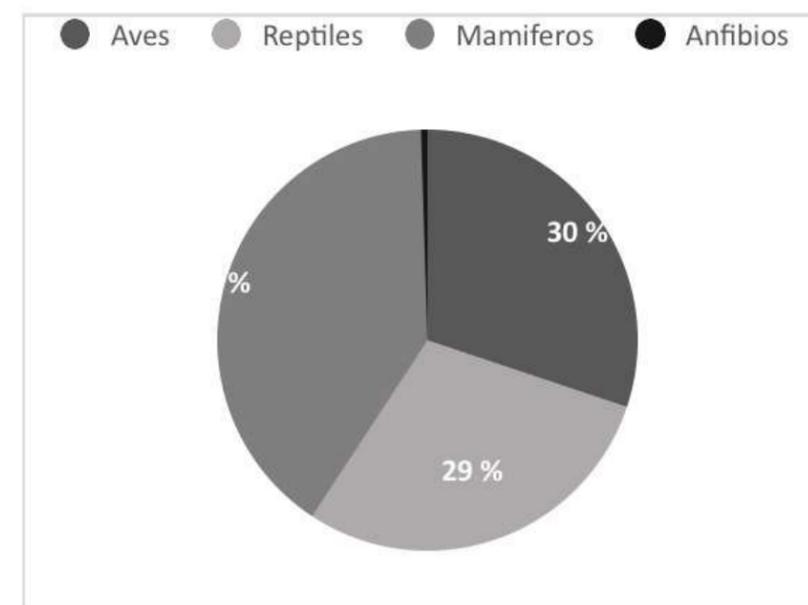
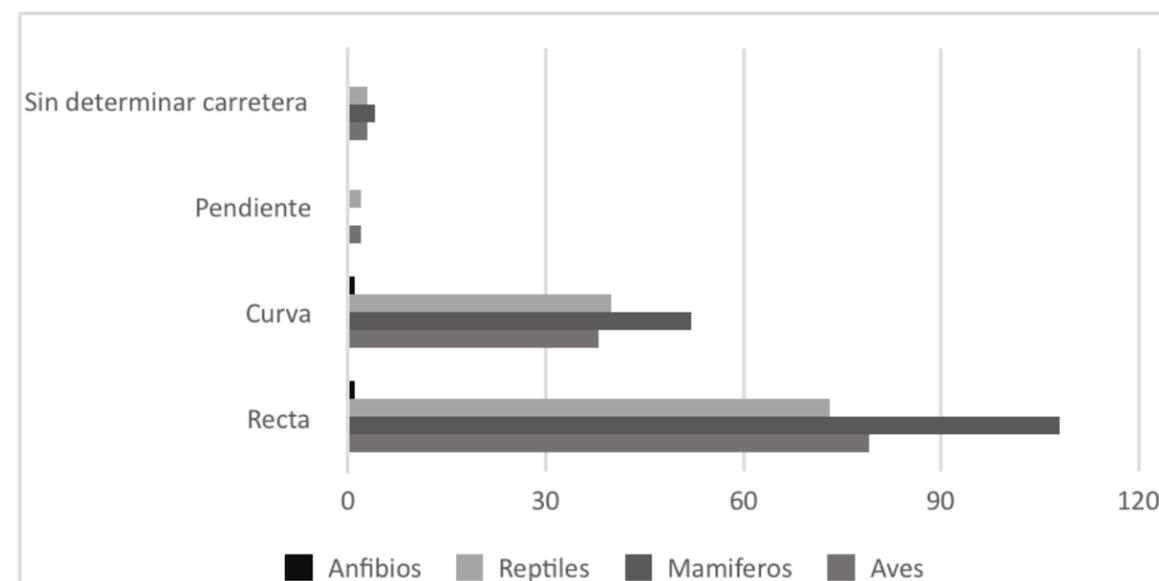


Figura 6

Atropellamiento de fauna según forma o atributos en la carretera Troncal Caribe Barranquilla – Ciénaga de la Vía Parque Isla de Salamanca



La carretera Troncal Caribe Barranquilla – Ciénaga, pese a su importancia nacional para el desarrollo de dos departamentos, no contempló, durante su planificación y construcción, realizar diseños de infraestructura verde adecuados a estos ecosistemas presentes a lado y lado de la carretera, donde predomina el bosque de manglar. Este ecosistema requiere condiciones ambientales específicas para mantener un estado ecológico deseable, dado que es un refugio para diferentes especies de importancia para el Caribe Colombiano. La falta de pasos de fauna, Box culvert y señalización en la vía ha generado una mayor presión en el atropellamiento de fauna en la Vía Parque Isla de Salamanca. De esta manera, este estudio es de gran importancia para la mitigación de dicha presión que a largo plazo aportará información para orientar la toma de decisiones y la elaboración de los diseños de ampliación adecuados para la doble calzada, mucho más si

Conclusiones

Los registros de atropellamiento de fauna silvestre en la Vía Parque Isla de Salamanca permiten identificar el amplio impacto que tiene la carretera Troncal del Caribe sobre la diversidad y el estado de algunas especies presentes en el área protegida.

Con la implementación del método estandarizado desde el año 2016 se han obtenido resultados más rigurosos y análisis detallados del atropellamiento de fauna en la Vía Parque Isla de Salamanca, los cuales son insumo para la toma de decisiones y acciones de manejo del área protegida referentes a la ampliación proyectada de la doble calzada.

Finalmente, se evidencia que esta presión puede afectar a largo plazo las poblaciones de especies como *Procyon cancrivorus*, la cual presentó el mayor número de individuos atropellados. Así, gracias a este estudio se puede

se tiene la oportunidad de corregir errores del pasado mediante la construcción de las obras civiles como pasos de fauna y viaductos que conectaran los ecosistemas con la carretera, para disminuir los impactos de atropellamientos directos.

Según Arroyave et al. (2006), existe una gran variedad de medidas de manejo para mitigar el impacto causado por las carreteras a la fauna. Sin embargo, estas sólo han sido implementadas en algunos países desarrollados como Alemania, Francia, Suiza y los Países Bajos donde además se han hecho esfuerzos de seguimiento para verificar su efectividad. A pesar de la inversión económica para aplicar estas medidas y hacer seguimiento de su efectividad, se considera necesario continuar con las investigaciones para determinar la salud y la densidad de estas poblaciones de fauna a largo plazo.

empezar a determinar dónde se podría ubicar los pasos fauna para una futura ampliación de la carretera en una doble calzada.

Teniendo en cuenta los resultados de la investigación en curso realizada por el área protegida y debido a que se trata de información técnica con importancia para la toma de decisiones en el diseño final de la carretera, se puede indicar cuáles son los tramos donde se deben instalar pasos de fauna o box culvert a lo largo de la carretera, lo cual puede disminuir las presiones del atropellamiento de fauna.

Por ser la carretera un determinante ambiental, las entidades responsables en los proyectos viales deben tener en cuenta las recomendaciones dadas por el área protegida y trabajar de una manera más articulada en pro de la conservación de los recursos naturales de la Vía Parque Isla de Salamanca.

Agradecimientos

Agradecemos a la guardaparques comunitaria Andrea Esperanza Sánchez Novoa de la Universidad Tadeo Lozano que apoyó las jornadas de toma de datos en campo, a la ONG NaturalSIG por su apoyo técnico y financiero para el desarrollo de esta investigación, así

como a la Dirección Territorial Caribe (DTCA), y operarios, técnicos y profesionales del Vía Parque Isla de Salamanca que han apoyado todo el proceso de estandarización de métodos para el monitoreo de la presión de atropellamiento de fauna silvestre.

Referencias

Adárraga, M.S. & Gutiérrez, L. C. (2019). Mortalidad de vertebrados silvestres en la carretera Troncal del Caribe, Magdalena, Colombia. *Revista Biotá Colombiana*, 20(1), 106-119.

Argotte, S.D., & Monsalvo, M. J. (2002). *Incidencia de la carretera Barranquilla - Ciénaga sobre la mortalidad de vertebrados y su relación con el medio ecológico en la vía Parque Isla de Salamanca, Magdalena, Colombia*. [Tesis de pregrado sin publicar]. Universidad del Atlántico.

Arroyave, M., Gómez, C., Gutiérrez, M., Múnera, D., Vergara, I., Andrade, L., & Ramos, K. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA*, 5, 45-57.

Coffin, W. (2007). From Roadkill to Road Ecology: A Review of the Ecological Effects of Roads. *Journal of Transport Geography*, 15(5), 396-406.

Cupul, F. (2002). Víctimas de la carretera: fauna apachurrada. *Gaceta CUC*. Departamento de ciencias. Centro Universitario de la Costa.

De La Ossa-Nadjar, O., & J De La Ossa J.V. (2015). Atropellamiento de fauna silvestre en las dos Vías que circundan los Montes de María. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 18(2), 503-11.

Estrada A., and Coates-Estrada, R., & Merritt, Jr., D. (1994). Non flying Mammals and Landscape Changes in the Tropical Rain Forest Region of Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography*, 17(3), 229-241.

Lobos G, Vidal M, Correa C, Labra A, Díaz - Páez H, Charrier A, Rabanal F, Díaz S., & Tala C. (2013). *Anfibios de Chile, un desafío para la conservación*. Ministerio del Medio Ambiente, Fundación Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y Red Chilena de Herpetología.

Seijas, A.E., Araujo-Quintero A. & Velásquez, N. (2013). Mortalidad de Vertebrados En La Carretera Guanare-Guanarito, Estado Portuguesa, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 61(4), 1619-36. doi:10.15517/rbt.v61i4.12803.22

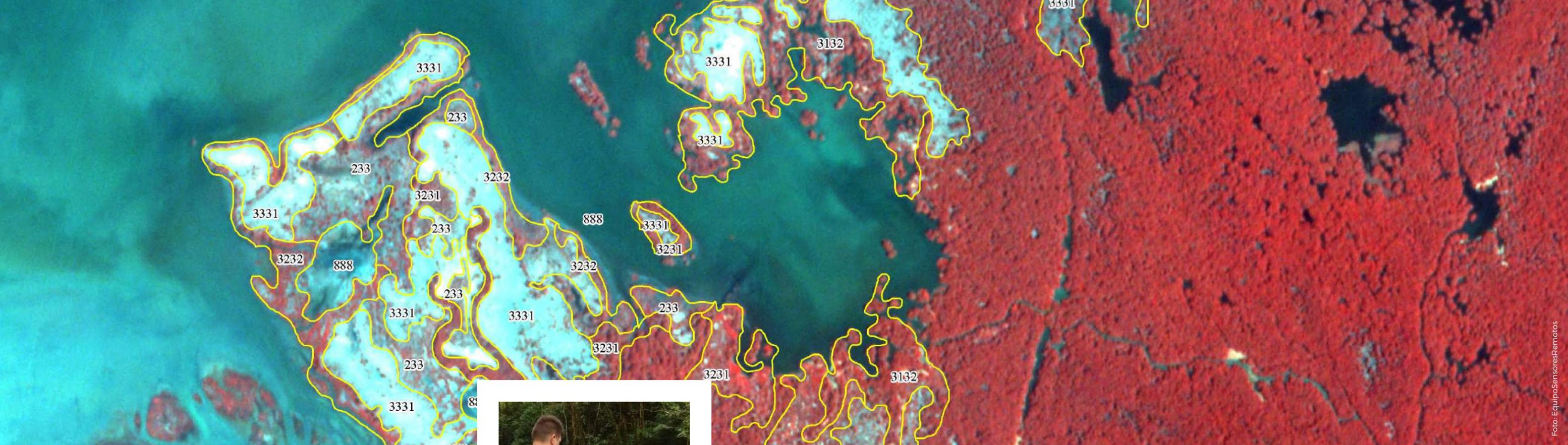


Foto: EquipoSensoresRemotos

Monitoreo de coberturas antrópicas en los Parques Nacionales Naturales de Colombia para 2019 a escala 1:25.000. Línea base-2020



Foto: EquipoTecnicoSFFOtun

Anthropic Coverage Monitoring in the National Natural Parks of Colombia for 2019 at 1:25000 scale Baseline 2020

Luisa Corredor Gil

Ingeniera Forestal. Líder y control de calidad monitoreo de coberturas de la tierra. Grupo de sistemas de Información y radiocomunicaciones, Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas. Parques Nacionales Naturales de Colombia. sensores.remotos@parquesnacionales.gov.co

Ana María Hernández

Ingeniera Forestal. Administradora Plataforma de Imágenes. Grupo Sistemas de Información geográfica, Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas. Parques Nacionales Naturales de Colombia. monitoreo.coberturas@parquesnacionales.gov.co

Liliana Gualdrón

Ingeniera Forestal. Consolidación de información de apoyo y verificación en campo. Grupo Sistemas de Información geográfica, Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas. Parques Nacionales Naturales de Colombia. monitoreo.coberturas@parquesnacionales.gov.co

Camila Ramírez

Ingeniera Forestal. Intérprete. Grupo Sistemas de Información geográfica, Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas. Parques Nacionales Naturales de Colombia. monitoreo.coberturas@parquesnacionales.gov.co

Henry Castellanos

Ingeniero Forestal. Intérprete. Grupo Sistemas de Información geográfica, Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas. Parques Nacionales Naturales de Colombia. monitoreo.coberturas@parquesnacionales.gov.co

Iván Posada

Ingeniero Forestal. Intérpretes. Grupo Sistemas de Información geográfica, Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas. Parques Nacionales Naturales de Colombia. monitoreo.coberturas@parquesnacionales.gov.co

Juan Pablo Latorre

Biólogo. Profesional Especializado. Grupo Sistemas de Información geográfica, Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas. Parques Nacionales Naturales de Colombia. monitoreo.coberturas@parquesnacionales.gov.co

RESUMEN

Como parte del monitoreo satelital de las coberturas de la tierra, en Parques Nacionales Naturales se realizó un esfuerzo por mejorar el nivel de detalle con el que se observan las incursiones del ser humano al interior de las áreas protegidas. Con este objetivo se consolidó la línea base para el monitoreo de coberturas antrópicas a escala 1:25000 a partir de la interpretación de imágenes satelitales que provienen de Planet Scope para los 53 parques continentales del Sistema. Este artículo presenta los resultados de esta primera mirada a las presiones que modifican las coberturas naturales con un área mínima de 1 ha precisando ejercicios de años anteriores a escala 1:100000 donde el área mínima fue de 25 ha. Se observa que, en 2019, las áreas continentales de Parques Nacionales Naturales presentan 303129 ha en coberturas antrópicas que equivalen al 2,09 % del área de los parques estudiados. Asimismo, hay 178217

ha en coberturas seminaturales, representando el 1,2% de la cobertura total. Esto nos deja con un excedente de 14041705,04 ha en coberturas naturales. La cobertura antrópica que mayor área representa son los pastos con 211377 ha, que equivalen al 70 % de las coberturas antrópicas de todo el sistema, seguida de las coberturas agrícolas con el 12 %, las agropecuarias mixtas con el 9 % y las quemadas con el 6 %, las áreas desnudas con erosión con el 3 %. En el análisis por parque se clasificaron las áreas protegidas de acuerdo con el porcentaje de coberturas antrópicas encontradas en su interior: en situación de alarma se observaron ocho parques (más del 10 %); en situación de alerta, 10 parques (entre el 5-10 %); y con situación satisfactoria, 35 parques (menos del 5 %).

Palabras clave: Parques Nacionales, monitoreo, coberturas antrópicas, transformación.

ABSTRACT

As part of satellite monitoring of land cover in National Natural Parks of Colombia, an important effort was carried out to improve the level of detail with which human forays in protected areas are observed, with this objective the baseline for the monitoring of anthropic coverage at a scale of 1: 25000 from the interpretation of Planet Scope satellite images for the 53 continental parks of the System. This article presents the results of this first look at the pressures that modify natural coverage with a minimum area of 1 ha, requiring exercises from previous years at the 1:100000 scale, where the minimum area was 25 ha. It is observed that, during 2019, the National Natural Parks continental areas presented 303129 ha in anthropic coverage which is equivalent to 2,09 % of the area of the parks studied. Likewise, there is 178217 ha in semi-natural coverage, representing 1,2 % of the total coverage. This leaves us with a surplus of 14043197 ha in natural coverage. The anthropic coverage that represents the largest area are pastures with 211377 ha, which is equivalent to 70 % of the anthropic coverage of the entire system, after agricultural coverage with 12 %, mixed farming with 9 %, burns with 6 %, and bare areas with erosion at 3 %. In the analysis by specific parks, protected areas were classified according to the percentage of anthropic coverage found inside: eight parks were observed in alarm (more than 10 %); 10 parks were alerted (between 5-10 %), and with a satisfactory situation, 35 parks (less than 5 %).

Keywords: National Parks, monitoring, anthropic covers, transformation.

Introducción

En los últimos años las herramientas tecnológicas que permiten la captura de información de la tierra a partir de imágenes satelitales, también llamados sensores remotos, se han convertido en una herramienta importante para el análisis y monitoreo de los recursos naturales y su uso ha venido en aumento en la última década. En Parques Nacionales Naturales (PNN) desde el año 2008 se utilizan imágenes satelitales en el monitoreo de coberturas de la tierra y se vienen usando sensores remotos para otras temáticas como precisión de límites, procesos sancionatorios, identificación de infraestructura y temas de uso, ocupación y tenencia. El uso de sensores permite a la entidad mejorar y ampliar la obtención de datos de sus áreas protegidas, obteniendo información de lugares donde se dificultan los recorridos de campo y permitiendo mejorar la gobernabilidad en las mismas.

En este contexto, la subdirección de gestión y manejo de áreas protegidas de Parques Nacionales Naturales de Colombia realiza desde el año 2008 el monitoreo de coberturas de la tierra a escala 1:100.000, cuyo objetivo principal es mantener una base de información sistematizada, oportuna y veraz de sus coberturas, así como de las condiciones de “Estado- Presión”

de sus Valores Objeto de Conservación a nivel de cobertura y cuenta la fecha con cinco temporalidades de análisis que datan de los años 2002, 2007, 2012, 2015 y 2017, los cuales pueden consultarse en el enlace: <http://www.parques-nacionales.gov.co/portal/es/servicios-de-informacion/monitoreo-coberturas-de-la-tierra/>. Esto ha permitido precisar la toma de decisiones en temáticas de uso, ocupación y tenencia, proyectos de restauración, programación de recorridos de control y vigilancia, entre otras líneas estratégicas de manejo de la Entidad.

Dada la necesidad de contar con información más precisa para la toma de decisiones de manejo a nivel de área protegida, en el año 2019 se mejoró el nivel de detalle en el monitoreo de coberturas antrópicas o alteradas por el hombre a escala 1:25000, construyendo la línea base o TO del monitoreo, mediante la utilización de imágenes satelitales del programa Planet Scope y aplicando la metodología y leyenda Corine Land Cover (CLC) adaptada para Colombia. Se presenta en este artículo los resultados cuantitativos de la caracterización de esta línea base del monitoreo de las coberturas antrópicas, el cual se realizará anualmente para todas las áreas protegidas continentales del Sistema de Parques.

Métodos

Área de estudio

El área geográfica objeto de este monitoreo son 53 áreas continentales del sistema de Parques Nacionales Naturales sobre las cuales se revisan la totalidad de coberturas del parque y se registran las coberturas antrópicas presentes dentro de las mismas. Los límites utilizados en la delimitación son los definidos en la precisión de límites vigente para el año 2020.

A partir de las imágenes Planet Scope adquiridas por Parques Nacionales para el año 2019, se interpretaron visualmente las coberturas modificadas o alteradas por el hombre siguiendo la metodología CORINE Land Cover, construida por Bossard, 2000; adaptada a Colombia por IDEAM et al., 2008 y adoptada en el sistema de gestión de calidad de Parques Nacionales mediante “Instructivo para el Levantamiento y Actualización de Coberturas de la Tierra en las Áreas de Parques Nacionales Naturales”, con especificaciones para la escala 1:25.000. Como reglas temáticas en la interpretación se trabajó un área mínima de 1 ha en la delimitación de todas las unidades de cobertura, haciendo excepción de los territorios artificializados en los que se trabajó la unidad mínima de 0,2 ha, esto de acuerdo a lo que dice la metodología utilizada. Así mismo se separaron las coberturas antrópicas lineales como vías y canales con un ancho mayor a 12,5 metros (0,5 mm a la escala).

Para la delineación de las unidades de coberturas antrópicas se utilizaron como apoyo cuatro fuentes de información: 1) imágenes de alta resolución consultadas en las plataformas Bing®, Google Earth® y ArcGIS®; 2) la capa geográfica de monitoreo de cultivos ilícitos de SIMCI- UNDOC para el año 2018; 3) los puntos de los recorridos de control y vigilancia recogidos por la plataforma SICO Smart; y 4) los puntos enviados por las áreas protegidas

como verificación de mapas de coberturas de años anteriores. La interpretación inicial surtió un proceso de control de calidad temática y topológica donde se revisaron el 100 % de las unidades interpretadas para garantizar la coherencia, la exactitud temática y la conformidad topológica.

Adicionalmente, la interpretación preliminar de las áreas de estudio fue validada por los equipos técnicos de las áreas protegidas a nivel local quienes verificaron 23 coberturas de las 36 identificadas para el área monitoreada, mediante una revisión de 540 polígonos de coberturas, para un total de 773 observaciones reportadas, logrando una verificación del 49 % del área interpretada. Con las observaciones ajustadas se generó el mapa final de coberturas antrópicas y se calcularon los resultados.

Con el mapa de coberturas antrópicas final se realizó un diagnóstico y de acuerdo a la condición de naturalidad se clasificaron las coberturas en tres tipos: 1) coberturas naturales: todas aquellas coberturas que no presentan una intervención antrópica aparente a escala 1:25000; 2) coberturas seminaturales: aquellas coberturas que presentan una intervención humana incipiente o que están en un estado de recuperación natural intermedio, como son la vegetación secundaria alta, vegetación secundaria baja, bosque fragmentado con pastos y cultivos y bosque fragmentado con vegetación secundaria; y 3) coberturas transformadas: aquellas coberturas de origen antrópico, alteradas por las actividades humanas donde se encuentran principalmente territorios artificializados, territorios agrícolas, plantación forestal, tierras erosionadas, canales, cuerpos de agua artificiales y estanques para acuicultura marina. Las áreas fueron calculadas en el sistema de referencia Magna – Sirgas, origen Bogotá.

Resultados y Discusión

Para las 53 áreas protegidas objeto de estudio, se interpretaron un total de 54332 polígonos en 33 tipos diferentes de unidades de cobertura,

cada una con su código de clasificación en la leyenda CLC utilizada y que pueden verse en la Tabla 1.

Tabla 1

Relación de las unidades de coberturas de la tierra, registradas por categoría de naturalidad, para 53 áreas protegidas de Parques Nacionales Naturales Continentales. Periodo 2019. Escala 1:25000

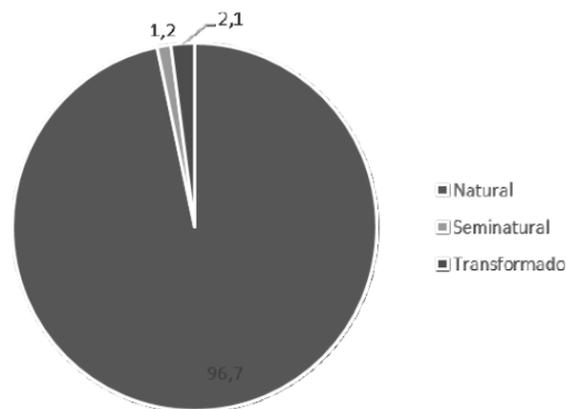
CODIGO	NATURALIDAD / UNIDADES DE COBERTURA	AREA (Ha)	% NATURALIDAD	% NACIONAL
Coberturas Naturales				96,68
888	Área natural	14043197,29	100	
Coberturas Seminaturales				1,23
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	1992,71	1,12	
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	18882,5	10,6	
3231	Vegetación Secundaria Alta	80297,85	45,06	
3232	Vegetación Secundaria Baja	77044,34	43,23	
Total		176924,64	100	
111	Tejido urbano Continuo	4,61	0	2,09
112	Tejido urbano Discontinuo	480,89	0,16	
121	Zonas Industriales o Comerciales	16,25	0,01	
122	Red vial, ferroviarias y terrenos asociados	427,77	0,14	
124	Aeropuertos	17,19	0,01	
125	Obras Hidráulicas	11,6	0	
131	Zonas de Extracción Minera	93,35	0,03	
132	Zonas de Disposición de Residuos	0,32	0	
142	Instalaciones Recreativas	12,58	0,	
211	Otros cultivos transitorios	1545,2	0,51	
215	Tubérculos	1,13	0	
221	Cultivos Permanentes Herbáceos	265,31	0,09	
222	Cultivos Permanentes Arbustivos	25389,5	8,38	
223	Cultivos Permanentes Arbóreos	181,48	0,06	
231	Pastos Limpios	128959,85	42,54	
232	Pastos Arbolados	3981,21	1,31	
233	Pastos Enmalezados	78435,99	25,88	
241	Mosaico de Cultivos	298,75	0,1	

CODIGO	NATURALIDAD / UNIDADES DE COBERTURA	AREA (Ha)	% NATURALIDAD	% NACIONAL
242	Mosaico de Pastos y Cultivos	8761,62	2,89	2,09
243	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	6397,4	2,11	
244	Mosaico de Pastos con Espacios Naturales	12248,31	4,04	
245	Mosaico de Cultivos y Espacios Naturales	8574,42	2,83	
315	Plantación Forestal	93,55	0,03	
3231	Tierras erosionadas	8057,53	2,66	
334	Zonas Quemadas	18259,09	6,02	
513	Canales	76,6	0,03	
514	Cuerpos de Agua Artificiales	536,18	0,18	
523	Estanques para Acuicultura Marina	1,27	0	
Total		303128,98 I	100	
99	Nubes	371,15	0	0
Total general				14524914,82

De las 14524915 ha que cubren las 53 áreas continentales del sistema de Parques Nacionales Naturales, de acuerdo con los límites precisados al año 2020; 303129 ha (2,09 %) corresponden a coberturas antrópicas o transformadas, representadas en 28 tipos de coberturas y 178.217 ha (1,23 %) corresponden a coberturas seminaturales, representadas en cuatro tipos de coberturas, para dejar un excedente de 14043197 ha

Figura 1

Porcentaje de Naturalidad de Coberturas de la Tierra, para 53 áreas protegidas de Parques Nacionales Naturales Continentales. Periodo 2019. Escala 1:25000



(96,68%) de coberturas naturales agrupadas en una sola unidad (Figura 1).

Una vez definidas las 28 unidades de coberturas transformadas encontradas en el área objeto de estudio, fueron agrupadas en ocho categorías con el objeto de facilitar el análisis, a saber: agrícola: incluye los cultivos y mosaicos de cultivos (códigos 211, 215, 221, 222, 223, 242 y 315); agropecuaria mixtos: incluye los mosaicos que contienen coberturas naturales mezcladas con las agropecuarias (códigos: 243, 244, 245); áreas con infraestructura: reúne todos los territorios artificializados (códigos 111, 112, 121, 122, 124, 125, 132 y 142); cuerpos de agua artificiales: incluye canales y cuerpos de agua artificiales (códigos 513, 514, 523). Erosión: se refiere a las tierras erosionadas (código 3331); minería: son las zonas de extracción minera (código 131); pastos: reúne los pastos limpios, enmalezados y arbolados (códigos 231, 232, 233). Y quemadas: las zonas quemadas (código 334). Asimismo, se calculan las hectáreas y porcentajes para cada una de las 52 áreas continentales, como se evidencia en la Anexo 1.

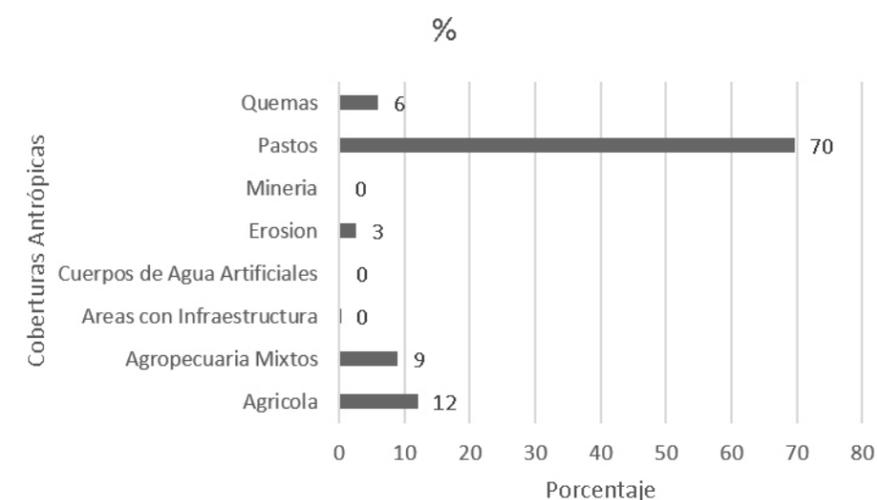
En el Anexo 1 se observa que, de las coberturas transformadas encontradas, los pastos presentaron el mayor número de hectáreas que

corresponden al 70 % y se evidenciaron en 47 de los 53 parques analizados. Los pastos son seguidos por la categoría agrícola con un 12 % de participación en las coberturas transformadas encontradas y presencia en 36 áreas protegidas. En tercer lugar, aparece la categoría agropecuarias mixtas, con el 9% de las coberturas transformadas y presencia en 47 áreas protegidas. Seguidamente, se encuentra la categoría de quemadas que representan el 6 % de las

coberturas transformadas y están presentes en 27 parques; las áreas de erosión representan el 3 % y, por último, las áreas en infraestructura, minería y cuerpos de agua artificiales que no alcanzan el 1 % de representatividad de las coberturas transformadas encontradas. La distribución de las coberturas antrópicas puede verse en la Figura 2.

Figura 2

Porcentaje de Tipos de Coberturas Antrópicas, para 53 áreas protegidas de Parques Nacionales Naturales Continentales. Periodo 2019. Escala 1:25.000



Ahora, observando la situación de cada área protegida, la categoría de pastos sobresale dado que en 47 de las 53 áreas protegidas predomina esta cobertura transformada, destacándose Orito (100 %), Orquídeas (98 %), Picachos (97 %), Tatamá (96 %) y Yariguíes (94 %) por ser los que presentan el mayor porcentaje del área protegida en esta categoría. Por otra parte, se resalta la categoría agropecuaria mixta en razón a su porcentaje en áreas protegidas de la región amazónica como en los Parques Nacionales Naturales Amacayacu (92 %) y Cahuinarí (100 %), así como los cultivos agrícolas en la Reserva Nacional Natural Nukak (45 %). También se resalta la importancia en porcentaje de la categoría Erosión dentro del total de las coberturas transformadas

para cada una de las áreas protegidas del Caribe como Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos, Santuario de Fauna y Flora El Corchal "Mono Hernández", Santuario de Fauna y Flora Ciénaga Grande de Santa Marta y La Vía Parque Isla Salamanca.

Con respecto a las áreas medidas en hectáreas y porcentajes de las condiciones Natural, Seminatural y Transformado para cada una de las áreas protegidas, los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2.

Respecto a los porcentajes de la condición de las coberturas en las áreas protegidas que se muestran en la Tabla 2, se observa que las áreas protegidas con mayor porcentaje de

Tabla 2

Condición de las coberturas de las áreas protegidas continentales del Sistema de Parques Nacionales Naturales para 2019

AREA PROTEGIDA	NATURAL	%	SEMINATURAL	%	TRANSFORMADO	%	TOTAL GENERAL
Los Estoraques	574,56	86,83	26,73	4,04	60,46	9,14	661,74
Alto Fragua	73545,59	96,5	1620,93	2,13	1044,19	1,37	76210,71
Amacayacu	266480,99	99,63	361,47	0,14	637,87	0,24	267480,32
Bahía Portete	14048,83	99,92		0	10,63	0,08	14059,46
Cahuinarí	558117,42	99,95	162,84	0,03	93,25	0,02	558373,51
Catatumbo	136150,81	84,73	13019,33	8,1	11513,87	7,17	160684,01
Chingaza	75709,21	97,96	242,01	0,31	1338,06	1,73	77289,28
Churumbelos	96745,7	99,32	516,42	0,53	142,1	0,15	97404,22
Cocuy	293208,55	95,89	2555,5	0,84	10027,5	3,28	305791,55
Doña Juana	65835,26	99,69	205,21	0,31		0	66040,47
Farallones	180687,07	91,82	8406,29	4,27	7701,06	3,91	196794,43
Guacharos	6885,31	96,39	214,46	3	43,16	0,6	7142,93
Hermosas	120556,74	96,58	1500,14	1,2	2771,49	2,22	124828,38
Katíos	77634,04	99,21	406,37	0,52	214,59	0,27	78255
Macarena	560964,63	90,54	15892,54	2,57	42726,64	6,9	619583,81
Macuira	2576,06	89,78	302,96	1,26	2152,67	8,96	24031,7
Munchique	41234,48	87,48	2121,35	4,5	3781,93	8,02	47137,76
Nevados	57954,1	94,39	289,09	0,47	3153,17	5,14	61396,36
Nevado del Huila	163148,43	99,52	247,13	0,15	546,19	0,33	163941,75
Orquídeas	23593,83	81,94	1724,01	5,99	3476,37	12,07	28794,21
Paramillo	425735,28	84,38	32276,58	6,4	46535,46	9,22	504.547,32
La Paya	415514,55	94,45	12098,91	2,75	12295,55	2,8	439909,01
Picachos	267676,23	93,05	4862,09	1,69	15142,58	5,26	287680,9
Pisba	26174,11	74,44	2304,4	6,55	6685,03	19,01	35163,54
Puinawai	1084128,63	98,7	8962,87	0,82	5318,01	0,48	1098409,5
Puracé	91753,04	99,71	63,88	0,07	199,32	0,22	92016,24
Río Puré	987146	99,88	1163,59	0,12	26,05	0	988335,65
Sanquianga	85786,73	98,46	474,94	0,55	864,09	0,99	87125,76
S. Chiribiquete	4253205,51	99,85	2703,06	0,06	3896,79	0,09	4259805,36
Selva de Florencia	6799,1	67,9	2208,91	22,06	1006,11	10,05	10014,12
Sierra Nevada	334421,94	83,43	25699,6	6,41	40732,77	10,16	400854,3
Sumapaz	215769,96	97,42	1326,91	0,6	4386,75	1,98	221483,62
Tamá	47984,88	94,02	1337,45	2,62	1712,05	3,35	51034,38
Tatamá	42725,41	98,09	710,91	1,63	120,06	0,28	43556,38
Tayrona	18765,28	97,31	255,29	1,32	264,4	1,37	19284,97

Tinigua	156001,57	72,92	10454,83	4,89	47464,25	22,19	213920,65
Tuparro	555667,1	99,68	410,51	0,07	1377,15	0,25	557454,76
Uramba	50753,7	100		0	2,32	0	50756,02
Utría	61008,54	94,47	2600,28	4,03	970	1,5	64578,81
Yaigojé	1050950,48	99,47	3323,44	0,31	2275,25	0,22	1056549,17
Yariguíes	54244,57	91,01	2644,38	4,44	2711,03	4,55	59.599,97
Nukak	858407,74	98,13	8240,34	0,94	8151,13	0,93	874799,21
Ciénaga Grande	19904,47	73,74	2338,28	8,66	4750,51	17,6	26993,26
Corchal Mono H	2791,33	72,14	675,47	17,46	402,69	10,41	3869,49
Los Colorados	589,58	56,62	150,02	14,41	301,74	28,98	1041,34
Isla La Corota	16,26	100		0		0	16,26
Flamencos	6549,27	93,28	65,35	0,93	406,18	5,79	7020,8
Galeras	7414,82	89,71	210,43	2,55	639,64	7,74	8264,88
Guanentá	10030,1	97,86	113,68	1,11	105,16	1,03	10248,94
Iguaque	6480,62	94,23	93,92	1,37	303,24	4,41	6877,79
Orito	10210,61	97,82	216,83	2,08	10,23	0,1	10437,68
Otun Quimbaya	392,55	86,94	49,23	10,9	9,75	2,16	451,53
Isla Salamanca	53545,73	94,7	366,21	0,65	2628,52	4,65	56540,45
TOTAL	14043197,29	96,69	17817,4	1,23	303128,98	2,09	14524543,67

coberturas transformadas son: Santuario de Fauna y Flora Los Colorados con cerca del 29 %, Parque Nacional Natural Tinigua con el 22 %, seguido del Parque Nacional Natural Pisba con el 19 % y Santuario de Fauna y Flora Ciénaga Grande de Santa Marta con el 18 %.

Finalmente, tomando como base el porcentaje de coberturas transformadas obtenidas en el análisis, para cada área protegida se presenta una clasificación de situaciones, para lo cual utilizamos la analogía del semáforo, donde se establecen sus tres colores en la Tabla 3; en

color rojo, se presenta situación de alarma por contener coberturas transformadas mayores al 10 %, donde se observaron ocho áreas protegidas que constituyen el 15 % de las áreas analizadas. En color amarillo, se destaca la situación de alerta, por contener coberturas transformadas entre el 5 y el 10 %, donde se ubicaron 10 áreas protegidas que corresponden al 15 % de las áreas analizadas y, en color verde, se evidencia situación satisfactoria por contener coberturas transformadas menores al 5 %, con 35 áreas protegidas que representan el 70 % de las 53 áreas protegidas objeto de estudio.

Tabla 3

Clasificación de la situación en términos del porcentaje de las coberturas transformadas mediante la analogía del semáforo

SITUACIÓN	AREAS PROTEGIDAS DE PNN
<p>SITUACIÓN DE ALARMA</p> <p>“Coberturas antrópicas”: Mayor > 10% Total Áreas (8) = 15%</p>	<p>Orquídeas, Pisba, Selva de Florencia, Sierra Nevada, Tinigua, Ciénaga grande, Corchal Mono Hernandez y Los Colorados.</p>
<p>SITUACIÓN DE ALERTA</p> <p>“Coberturas antrópicas”: Mayor > 5% y Menor < 10% Total Áreas (10) = 19%</p>	<p>Los Estoraques, Catatumbo, Macarena, Macuira, Munchique, Paramillo, Flamencos, Galeras, Cordillera de los Picachos y Los Nevados.</p>
<p>SITUACIÓN SATISFACTORIA</p> <p>“Coberturas antrópicas”: Menor < 5% Total Áreas (35) = 66%</p>	<p>Alto Fragua, Amacayacu, Bahía Portete, Cahunari, Chingaza, Churumbelos, El Cocuy, Doña Juana, Fallones, Guacharos, Hermosas, Katios,, Isla La Corota, Nevado del Huila, La Paya, Puinawai, Puracé, Río Puré, Sanquianga, Chiribiquete, Sumapaz, Tamá, Tatamá, Tayrona, Tuparro, Uramba, Utría, Yaigojé, Yariguies, Nukak, Guanentá, Iguaque, Orito, Otún Quimbaya e Isla Salamanca.</p>

Conclusiones

Al observar las estadísticas que se obtuvieron para las áreas protegidas con presión en el último análisis de coberturas de la tierra en los Parques Nacionales Naturales, el cual data del periodo 2015-2017 a escala 1:100000, se reportaron 410090 ha (Latorre-Parra et al., 2017). De tal manera que al compararlas con las 303129 ha observadas en el presente análisis, a escala 1:25000, podemos concluir que al aumentar el nivel de detalle en el monitoreo de coberturas se precisan los datos, obviando las diferencias que puede existir por la incertidumbre inherente a cada escala y por la diferencia temporal de los dos análisis. Lo ocurrido en este caso es que el análisis detallado permitió extraer de las coberturas de mosaicos con espacios naturales, los relictos de coberturas como bosques, arbustales o herbazales que frecuentemente se entremezclan con los pastos y cultivos y sumaban a las áreas en presión. Esto a pesar de que

el análisis detallado también permitió separar coberturas antrópicas con áreas menores a 25 ha en medio de la matriz natural que habían sido obviadas en el análisis a escala 1:100000.

Los análisis a partir de sensoramiento remoto detallado le permite a Parques Nacionales consolidar sistemas de monitoreo de precisión que le da una mejor visión de lo que está ocurriendo en términos de transformación al interior de las áreas protegidas y aporta a la toma de decisiones en líneas de manejo como uso, ocupación y tenencia; prevención, control y vigilancia, investigación y monitoreo.

Toda la información referente a monitoreo de coberturas de la tierra en Parques Nacionales puede encontrarse en el siguiente enlace: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/servicios-de-informacion/monitoreo-coberturas-de-la-tierra/>

Agradecimientos

Agradecemos muy especialmente a Parques Nacionales Naturales de Colombia, a su directora Julia Miranda Londoño, a Carolina Jarro Subdirectora de la Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas, a Luz Mila Sotelo, coordinadora del grupo de Sistemas de Información Geográfica y Radio

Comunicaciones, a la SGM y a todo el grupo GSIR por el apoyo prestado en la realización del presente análisis. Finalmente, a cada uno de los jefes, mujeres y hombres de las áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales y sus equipos técnicos, a quienes está dedicado este trabajo.

Referencias

Bossard, M. F. (2000). *Corine Land Cover technical guide*. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/publications/tech40add>

IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover. Escala 1:100.000*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=a64629ad-2dbe-4e1e-a561-fc16b8037522&groupId=762

IDEAM, IGAC, CORMAGDALENA. 2008. *Mapa de Coberturas de la Tierra*. Cuenca Magdalena Cauca: Metodología CORINE Land Cover. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Latorre-Parra, J. P, Gualdrón-Díaz, L & Corredor- Gil, L. (2017). *Monitoreo Satelital de las Coberturas de la Tierra y Caracterización de Indicadores de Estado- Presión en los Parques Nacionales Naturales Continentales de Colombia (Periodo 2017)*. Parques Nacionales Naturales de Colombia.



Foto: Santiago Estrada

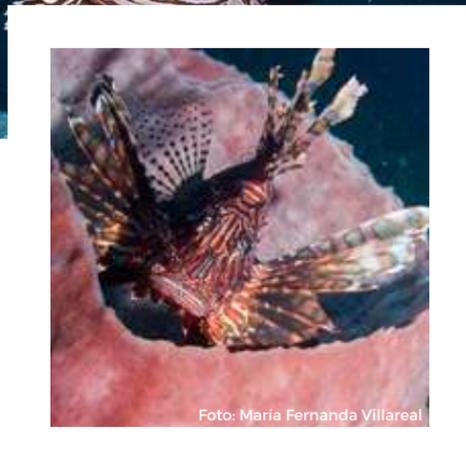


Foto: María Fernanda Villareal

Estado del conocimiento de las especies exóticas, invasoras y domésticas en las áreas protegidas de Parques Nacionales Naturales de Colombia

Angela Parra-Romero

Bióloga. Profesional de vida silvestre. Grupo de Planeación y Manejo, Parques Nacionales Naturales de Colombia
angela.parra@parquesnacionales.gov.co

Jhon Edison Zamudio

Biólogo. Profesional de investigación y monitoreo. Dirección Territorial Orinoquía, Parques Nacionales Naturales de Colombia
investigacionymonitoreo.dtor@gmail.com

Laura Alejandra Vélez Vanegas

Bióloga. Profesional de investigación y monitoreo, Dirección Territorial Andes Occidentales, Parques Nacionales Naturales de Colombia
monitoreo.dtao@parquesnacionales.gov.co

Iván Martínez Dallos

Biólogo. Profesional de investigación y monitoreo, Dirección Territorial Caribe, Parques Nacionales Naturales de Colombia
ivan.martinez@parquesnacionales.gov.co

State of Knowledge of Alien, Invasive, and Domestic Species in the Protected Areas of National Natural Parks of Colombia

Tatiana Losada

Ecóloga. Profesional gestión de conocimiento. Dirección Territorial Amazonía, Parques Nacionales Naturales de Colombia
gestionconocimiento.dtam@parquesnacionales.gov.co

Fausto Sáenz

Biólogo. Profesional de investigación y monitoreo. Dirección Territorial Andes Nororientales Parques Nacionales Naturales de Colombia
monitoreo.dtan@gmail.com

Andrés Cuéllar Chacón

Biólogo. Profesional de investigación y monitoreo, Dirección Territorial Pacífico, Parques Nacionales Naturales de Colombia
planesdemanejo.dtpa@parquesnacionales.gov.co

Irene Aconcha Abril

Bióloga. Profesional de investigación y monitoreo, Grupo de Planeación y Manejo, Parques Nacionales Naturales de Colombia
irene.aconcha@parquesnacionales.gov.co

RESUMEN

En Colombia se han registrado más de 500 especies invasoras o exóticas de las cuales 22 han sido declaradas oficialmente invasoras por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y cuatro cuentan con programas o planes de manejo y control formulados a nivel nacional. De las 62 áreas protegidas administradas por Parques Nacionales Naturales de Colombia, 35 reportaron información sobre 53 especies introducidas; 7 de ellas declaradas invasoras por el MADS; 24 consideradas potencialmente invasoras por el Instituto Humboldt, y 23 especies catalogadas como exóticas, de las cuales 18 no cuentan con análisis de riesgo de invasión. *Hedychium coronarium*, considerada como de alto riesgo invasor por el Instituto Humboldt, es la especie exótica reportada en la mayor cantidad de áreas protegidas (11). Los Parques Nacionales Naturales

con mayor número de especies invasoras o exóticas son Estoraques con 13 especies, Munchique, Ciénaga Grande e Isla de Salamanca, cada uno con siete especies. En relación con las especies domésticas se registra su presencia en 45 áreas protegidas siendo el ganado bovino la más común (41 áreas), seguido por los equinos (36 áreas) y las aves de corral (35 áreas). Aunque 17 áreas reportaron información sobre la implementación de acciones de investigación, control o manejo, aún se presentan grandes vacíos de información sobre el impacto de las especies exóticas y domésticas, sobre la biodiversidad de las áreas de Parques Nacionales Naturales y las consecuentes acciones de manejo que se deban hacer para su control.

Palabras clave: Amenazas, presión, conservación, introducidas, biodiversidad.

ABSTRACT

In Colombia, more than 500 exotic or invasive species have been registered; 22 of them are officially considered invasive by the Ministry of Environment and Sustainable Development of Colombia, and four invasive species have a management and control program formulated at the national level. Out of the 62 protected areas managed by National Natural Parks of Colombia, 35 reported information of 53 alien species, seven of them have been declared invasive by the Ministry of Environment, 24 are considered potentially invasive by the Humboldt Institute, and 23 considered exotic do not have invasion analysis risk. *Hedychium coronarium*, considered as a high-risk invasive by the Humboldt Institute, is the exotic species reported in the largest number of protected areas (11). The NNP with the highest number of invasive or exotic species are Estoraques with 13 species, while Munchique, Ciénaga Grande, and Isla de Salamanca reported seven species each one. Concerning domestic species, their presence is registered in 45 protected areas, with cattle being the most common (41 areas), followed by equines (36 areas) and poultry (35 areas). Although 17 areas reported information about the implementation of research, control, or management actions, there are still large information gaps of the impact of exotic, invasive, and domestic species on the biodiversity of the NNP areas and the management actions that must be done for its control.

Keywords: Threatened, pressure, conservation, alien, biodiversity.

Introducción

Las invasiones biológicas hacen referencia a la capacidad y estrategias de dispersión de las especies nativas o no, en un escenario biogeográfico (Valéry et al., 2008). De acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005) se catalogan como uno de los motores directos de transformación y pérdida de la biodiversidad y servicios ecosistémicos, esto debido a la introducción y trasplante de especies que puede ser en dos vías: 1) de forma intencional por su importancia como alimento, madera o en zoológicos; 2) de forma accidental durante la movilización de diferentes elementos por vías fluviales, terrestres o aéreas, estimándose a nivel mundial que el 90 % de las invasiones biológicas se deben a accidentes por movimientos humanos (Baptiste et al., 2010; Falk-Petersen et al., 2006; Wittenberg & Cock, 2001). Asimismo, las invasiones biológicas pueden establecerse por medio de la introducción y liberación de Organismos Vivos Modificados (OVM), de quienes se tienen vacíos de información, en especial sobre los efectos en procesos de hibridación e introgresión con especies nativas (MEA, 2005; Pilson & Prendeville, 2004).

Aunque los impactos de las especies exóticas se han documentado (Gutiérrez, 2006; Pejchar & Monney, 2010; Pyšek et al., 2012), es importante aclarar la terminología para comprender mejor el proceso de la invasión biológica. En este sentido, Baptiste & Cárdenas-Toro (citado en Cárdenas-López et al., 2017), luego de recopilar diferentes definiciones y términos, definieron como especie exótica o introducida “la especie, subespecie o taxón inferior o híbrido que se encuentra fuera de su distribución natural, pasada o presente, incluyendo cualquiera de sus partes” (p. 17) a una especie establecida como: “especie introducida/exótica que se reproduce exitosamente y tiene una población viable” (p. 17); a una especie invasora como: “especie introducida/exótica que se establece y dispersa en ecosistemas o hábitats naturales

o semi-naturales, convirtiéndose en un agente de cambio y causa, o tiene potencial de causar impactos ambientales, económicos y de salud pública” (p. 17); y finalmente a una especie feral como “individuos y poblaciones de especies domésticas que viven y se reproducen en hábitats naturales comportándose como especies silvestres” (p. 17).

De esta manera, se ha determinado que el proceso de establecimiento de especies exóticas o introducidas consta de tres etapas: 1) la introducción o llegada de especies de forma intencional o accidental; 2) el establecimiento, donde la especie exótica genera poblaciones autosostenibles y se dispersa sin ayuda del hombre; y 3) la dispersión durante la cual la especie, además de diseminarse, incrementa su densidad en la zona ocupada o coloniza nuevos territorios a lo largo del tiempo generando impactos negativos sobre las especies nativas (Cárdenas-López et al., 2017; Baptiste et al., 2010).

De acuerdo con el Registro Global de Especies Introducidas e Invasoras (GRIIS), se han reconocido para el país 505 especies, de las cuales el 52,47 % son plantas, el 44,35 % son animales y el 2,97 % corresponde a organismos unicelulares (ISSG, 2020). Adicionalmente, en el portal de especies marinas y costeras introducidas en Colombia, de acuerdo con Forero y Pinel (s.f) se reportan ocho especies exóticas de peces, crustáceos y moluscos. En Colombia, 22 de las 505 especies introducidas se han declarado oficialmente como invasoras a través de la Resolución 0848 del 2008¹ y la Resolución 0207 del 2010² del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

¹ Resolución 0848 del 2008 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: “Por la cual se declaran unas especies exóticas como invasoras y se señalan las especies introducidas irregularmente al país que pueden ser objeto de cría en ciclo cerrado y se adoptan otras determinaciones”.

² Resolución 0207 del 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: “Por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el

De las 22 especies invasoras declaradas, cuatro cuentan con planes de manejo y control a nivel nacional: pez león (*Pterois volitans*) con plan de manejo y control;³ mientras que el retamo liso (*Genista monspessulana*) y el retamo espinoso (*Ulex europaeus*),⁴ el caracol gigante africano (*Achatina fulica*)⁵ cuentan con lineamientos de manejo vía normativa.

Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2012), aunque se han realizado avances en la identificación, generación e implementación de lineamientos de manejo y control de especies introducidas o invasoras, la gestión institucional para su manejo y control aún es débil. En el caso de Parques Nacionales Naturales (PNN) de Colombia, para cumplir con el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica o las Metas Aichi, en especial la meta 9 que corresponde a: "Las áreas protegidas han logrado desarrollar y consolidar programas de manejo efectivo de especies exóticas invasoras y sus vías de introducción", y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, la entidad en

artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones".

3 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2017). Plan para el manejo y control del pez león, *Pterois volitans*, en el Caribe colombiano. Bogotá. D.C. Colombia

4 Resolución No. 0684 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: "Por la cual se establecen lineamientos tanto para la prevención y manejo integral de las especies de Retamo Espinoso (*Ulex europaeus*) y Retamo Liso (*Genista monspessulana*) como para la restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de las áreas afectadas por estas especies en el territorio nacional y se adoptan otras determinaciones"

5 Resolución 0654 del 2011 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: "Por la cual se corrige la Resolución No. 0848 del 23 de mayo de 2008 y se adoptan las medidas que deben seguir las autoridades ambientales, para la prevención, control y manejo de la especie Caracol Gigante Africano (*Achatina fulica*)"

su Plan de Acción Institucional 2011-2019 y el Plan Estratégico Institucional 2020-2023, priorizó la identificación de especies invasoras que amenazan los Valores Objeto de Conservación (VOC) de las áreas protegidas, así como la formulación e implementación de protocolos de manejo que orienten, controlen o mitiguen esta problemática, considerando el principio de precaución.

Por otra parte, en las áreas de Parques Nacionales hay presencia de grupos étnicos y comunidades campesinas y colonas que mantienen especies domésticas de fauna para su aprovechamiento, sustento o como método de tenencia de la tierra. Sin embargo, considerando que el contacto directo entre la fauna silvestre y doméstica, por una parte, propicia las interacciones de competencia o depredación que generan presiones sobre la vida silvestre y, por otra, facilita la transmisión de patógenos que podrían ser perjudiciales para la salud humana (Hockings et al., 2020), el presente artículo además de publicar la información general sobre las especies exóticas e invasoras en las áreas de Parques Nacionales, incluye información general sobre las especies domésticas de fauna que habitan dentro de las áreas protegidas que administra la Entidad.

En consecuencia, el presente artículo tiene como propósito presentar el estado de conocimiento de las especies exóticas e invasoras en las áreas protegidas administradas por PNN, exponiendo además del listado de especies exóticas, invasoras y de fauna domésticas, los avances y retos de manejo que tiene la entidad para realizar un efectivo control a esta problemática que se considera como la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel mundial por el MEA (2005).

Métodos

La información usada en el presente artículo fue obtenida a través de un proceso formal de solicitud de información por parte de las Direcciones Territoriales a los equipos técnicos de las áreas protegidas. La información recopilada contiene información de registros confirmados y acciones de control y manejo implementadas para las especies exóticas e invasoras en 35 áreas protegidas administradas por PNN. Adicionalmente, se realizó la revisión de bases de datos institucionales que consolidan información de la línea temática de Prevención, Vigilancia y Control. Finalmente, se realizó la búsqueda de investigaciones realizadas en las áreas protegidas que aportarán conocimiento sobre especies invasoras y exóticas. La información de cada una de las especies introducidas o invasoras reportada se organizó en una base de datos en Excel®, con las siguientes nominaciones: 1) Grupo biológico; 2) Nombre científico; 3) Nombre común; 4) Origen (continente, criptogénica, nativa, sin información); 5) Análisis de riesgo de establecimiento, impacto y factibilidad de control; 6) Riesgo de invasión

(alto, moderado, requiere de más información, no evaluado, y sin información); 7) Nombre de las áreas protegidas donde está reportada y 8) Acciones de manejo implementadas por el área protegida. La información de las nominaciones: origen, análisis de riesgo de establecimiento, impacto y factibilidad de control, y riesgo de invasión fue tomada del trabajo de Baptiste et al. (2010). Considerando que una especie exótica es aquella que se encuentran fuera de su distribución natural, para el presente análisis se agrupan las especies evaluadas por Baptiste y colaboradores (2010) que se encuentran dentro de la categoría de "requiere de más información" como exóticas.

En cuanto a la información sobre especies domésticas, se realizó una encuesta dirigida al personal de las áreas protegidas de PNN sobre eventos de interacción con fauna silvestre en la cual se indagaba sobre la presencia confirmada de animales domésticos como ganado bovino, ovino, caprino, equinos, aves de corral, cerdos, felinos y perros dentro de las áreas protegidas.

Resultados y discusión

De las 62 áreas protegidas administradas por PNN, 35 reportaron información (Figura 1) relacionada con especies exóticas o invasoras. Al realizar el análisis por Direcciones Territoriales, tenemos que de las áreas protegidas de Amazonía (con 11 áreas protegidas bajo su jurisdicción), Andes Nororientales (8 áreas) y Orinoquía (7 áreas), tres áreas protegidas reportaron información para cada territorial, mientras que en las direcciones territoriales Andes Occidentales (con 12 áreas), Caribe (14 áreas) y Pacífico (10 áreas) se obtuvo información de ocho, once y siete áreas protegidas, respectivamente para cada Dirección Territorial.

Se registró la presencia de 53 especies invasoras o exóticas, siete de ellas declaradas invasoras por el MADS, 24 especies potencialmente invasoras de acuerdo con el análisis de riesgo (Baptiste et al., 2010) y 23 especies exóticas dentro de la jurisdicción de PNN, las cuales a la fecha no cuentan con análisis de riesgo de invasión (Tabla 1). Con respecto a las áreas protegidas con mayor número de especies exóticas o invasoras, se resalta al Área Natural Única (ANU) Los Estoraques con 13 especies, seguida por el Parque Nacional Natural Munchique (PNN Munchique), el Santuario de Flora y Fauna Ciénaga Grande de Santa Marta (SFF Ciénaga Grande de Santa Marta) y el Vía Parque Isla de Salamanca, cada una con siete especies (Tabla 1).

Figura 1

Áreas protegidas que registraron presencia de especies exóticas, invasoras o domésticas dentro del Sistema de PNN de Colombia

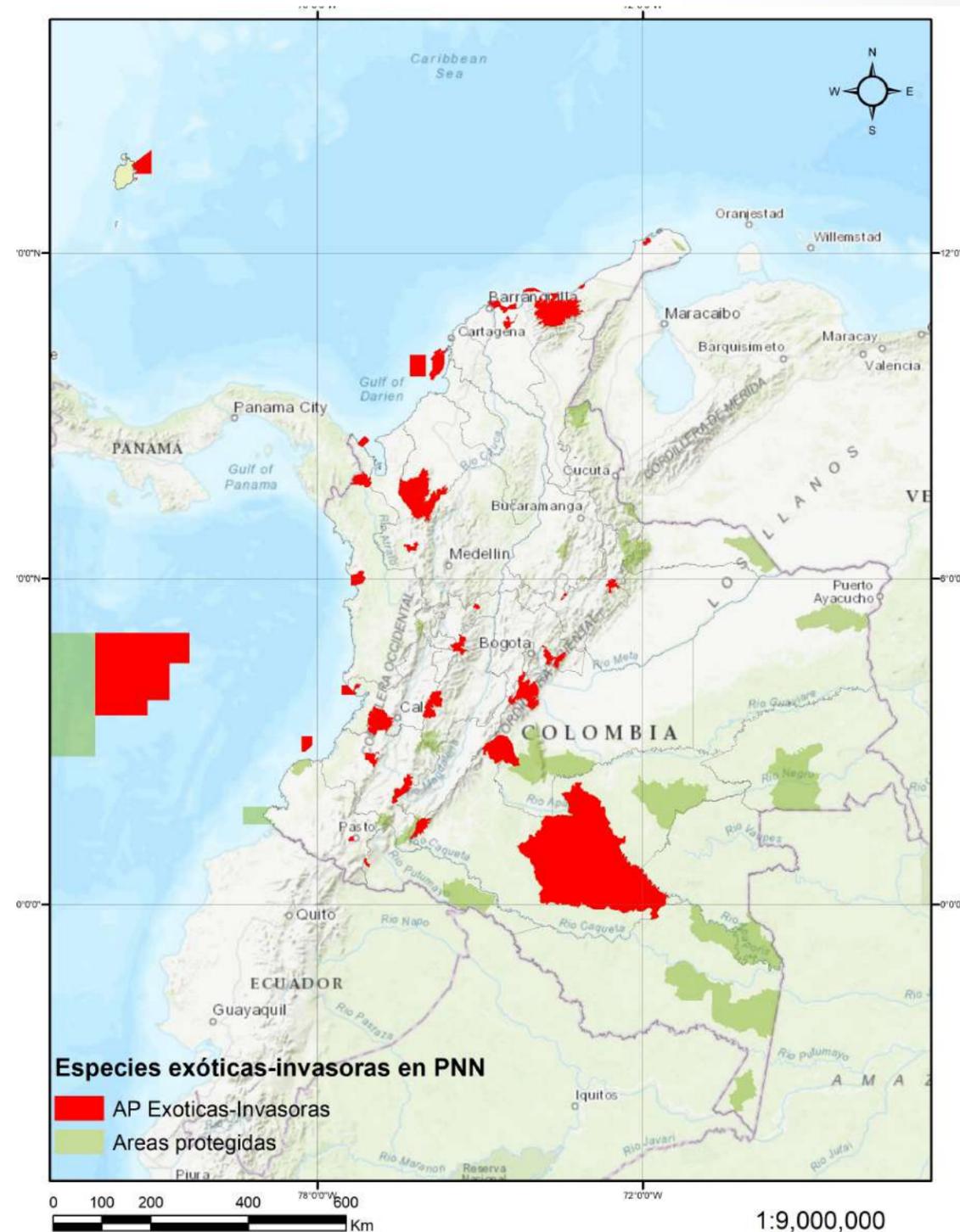


Tabla 1

Especies exóticas, invasoras o domésticas reportadas por las Áreas protegidas de PNN, su distribución y riesgo de invasión

GRUPO BIOLÓGICO	ESPECIES INVASORAS	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ANÁLISIS DE RIESGO	RIESGO DE INVASIÓN	#AP	NOMBRE DEL ÁREA PROTEGIDA
Especies invasoras declaradas por el MADS							
Fauna	<i>Penaeus monodon</i>	Langostino tigre	México y Perú	1073,4	Alto	1	SFF Los Flamencos
Fauna	<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia, mojarra	Panamá	1056,58	Alto	3	SFF Ciénaga Grande de Santa Marta Vía Parque Isla de Salamanca SFF Los Flamencos
Fauna	<i>Pterois volitans</i>	Pez león	Australia	1010,23	Alto	5	PNN Corales de Profundidad PNN Corales del Rosario y de San Bernardo PNN Old Providence McBean Lagoon PNN Tayrona SFF Acandí, Playón y Playon
Fauna	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoiris	Norteamérica	995,64	Alto	3	PNN Farallones de Cali PNN Chingaza PNN Las Hermosas
Fauna	<i>Achatina fulica</i>	Caracol africano	África	NE	NE		PNN Tayrona PNN Paramillo PNN Sierra Nevada de Santa Marta
Flora	<i>Ulex europaeus</i>	Retamo espinoso	Europa	7,39	Alto	6	PNN Chingaza PNN Sumapaz PNN Los Nevados PNN Puracé PNN Pisba SFF Iguaque
Especies potencialmente invasoras según Baptiste et al., 2010							
Fauna	<i>Trichogaster pectoralis</i>	Piel de culebra	Asia	1085,72	Alto	1	SFF Ciénaga Grande de Santa Marta
Fauna	<i>Charybdis hellerii</i>	Cangrejo nadador del indopacífico	Océano Índico, Pacífico y Mediterráneo oriental	1030,5	Alto	2	PNN Bahía Portete-Kaurrele PNN Sierra Nevada de Santa Marta
Fauna	<i>Corbicula fluminea</i>	Almeja asiática	China, Corea y Rusia	973,27	Alto	1	Vía Parque Isla de Salamanca
Fauna	<i>Carijoa riisei</i>	Coral copo de nieve	Atlántico occidental	949,54	Alto	1	PNN Gorgona

GRUPO BIOLÓGICO	ESPECIES INVASORAS	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ANÁLISIS DE RIESGO	RIESGO DE INVASIÓN	#AP	NOMBRE DEL ÁREA PROTEGIDA
Flora	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de agua	Centro de Suramérica	8,07	Alto	3	PNN Los Katios SFF Ciénaga Grande de Santa Marta Vía Parque Isla de Salamanca
Flora	<i>Typha angustifolia</i>	Enea	Criptogénica	6,97	Alto	2	SFF Ciénaga Grande de Santa Marta Vía Parque Isla de Salamanca
Flora	<i>Andropogon bicornis</i>	Paja de zorro	Criptogénica	6,84	Alto	2	Santuario de Plantas Medicinales Orito Ingi Ande PNN Alto Fragua Indi Wasi
Flora	<i>Holcus lanatus</i>	Pasto	Eurasia	6,71	Alto	2	PNN Los Nevados PNN Puracé
Flora	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Pasto kikuyo	África	6,71	Alto	2	PNN Selva de Florencia ANU Los Estoraques
Flora	<i>Brachiaria brizantha</i>	Braquiaria	África	6,06	Alto	1	PNN Cordillera de Los Picachos
Flora	<i>Brachiaria decumbens</i>	Braquiaria	África	6,06	Alto	3	PNN Cordillera de Los Picachos PNN Munchique
Flora	<i>Melinis minutiflora</i>	Pasto	África	6,06	Alto	1	PNN Munchique
Flora	<i>Thunbergia alata</i>	Ojo del poeta	África	6,06	Alto	4	PNN Farallones de Cali PNN Munchique PNN Selva de Florencia SFF Otún Quimbaya
Flora	<i>Elaeis guineensis</i>	Palma africana	África	5,82	Alto	2	PNN Tayrona PNN Paramillo
Flora	<i>Hedychium coronarium</i>	Matandrea	Asia	5,82	Alto	11	PNN Alto Fragua Indi Wasi PNN Farallones de Cali PNN Los Katios PNN Munchique PNN Utría PNN Las Orquideas PNN Los Nevados PNN Selva de Florencia SFF Otún Quimbaya SFF Ciénaga Grande de Santa Marta Vía Parque Isla de Salamanca
Flora	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia plateada	Oceanía	5,81	Alto	1	ANU Los Estoraques
Flora	<i>Pteridium aquilinum</i>	Helecho marranero	Criptogénica	5,74	Alto	3	PNN Munchique PNN Selva de Florencia ANU Los Estoraques

GRUPO BIOLÓGICO	ESPECIES INVASORAS	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ANÁLISIS DE RIESGO	RIESGO DE INVASIÓN	#AP	NOMBRE DEL ÁREA PROTEGIDA
Flora	<i>Imperata brasiliensis</i>	Pasto	América del sur	5,7	Alto	1	PNN Serranía de Chiribiquete
Flora	<i>Panicum máximum</i>	Hierba de Guinea	África	5,7	Alto	1	ANU Los Estoraques
Flora	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	Europa	5,63	Alto	1	ANU Los Estoraques
Flora	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	África	5,15	Alto	1	ANU Los Estoraques
Flora	<i>Pueraria phaseoloides</i>	Kudzú tropical	Asia	3,94	Moderado	1	PNN Cordillera de Los Picachos
Flora	<i>Impatiens balsamina</i>	Balsamina	Europa	3,7	Moderado	2	PNN Farallones de Cali PNN Munchique
Fauna	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Maria Mulata	Costa Caribe y Pacífica	2,7	Moderado	1	PNN Old Providence McBean Lagoon
Especies exóticas o que Requieren mayor análisis (RMA) de acuerdo con Baptiste et al., 2010							
Flora	<i>Pinus patula</i>	Pino patula	Centro América y el Caribe	4,36	RMA	2	PNN Old Providence McBean Lagoon
Flora	<i>Pinus radiata</i>	Pino candelabro	Norteamérica	4,36	RMA	2	SFF Otún Quimbaya ANU Los Estoraques
Flora	<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapan	Asia	4,75	RMA	2	SFF Otún Quimbaya ANU Los Estoraques
Flora	<i>Echinochloa polystachya</i>	Pasto alemán	África	4,97	RMA	1	ANU Los Estoraques
Flora	<i>Brachiaria humidicola</i>	Braquiaria	África	NE	NE	2	PNN Cordillera de Los Picachos ANU Los Estoraques
Fauna	<i>Tubastraea coccinea</i>	Coral copa naranja	Indo-Pacífico	NE	NE	2	PNN Corales del Rosario y de San Bernardo PNN Tayrona
Flora	<i>Typha domingensis</i>	Enea	América	NE	NE	2	SFF Ciénaga Grande de Santa Marta Vía Parque Isla de Salamanca
Flora	<i>Typha latifolia</i>	Enea	Criptogénica	NE	NE	2	SFF Ciénaga Grande de Santa Marta Vía Parque Isla de Salamanca
Flora	<i>Acacia farnesiana</i>	Acacia dulce	Criptogénica	NE	NE	1	PNN Old Providence McBean Lagoon
Fauna	<i>Acanthaster planci</i>	Estrella de mar	Criptogénica	NE	NE	1	SFF Isla de Malpelo
Flora	<i>Angelonia angustifolia</i>	Boca de vieja	América central	NE	NE	1	PNN Serranía de Chiribiquete

GRUPO BIOLÓGICO	ESPECIES INVASORAS	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ANÁLISIS DE RIESGO	RIESGO DE INVASIÓN	#AP	NOMBRE DEL ÁREA PROTEGIDA
Flora	<i>Bothriochloa pertusa</i>	Pasto Colosuana	Asia	NE	NE	1	ANU Los Estoraques
Flora	<i>Brachiara dictyoneura</i>	Braquiaria	África	NE	NE	1	PNN Cordillera de Los Picachos
Flora	<i>Crocosmia x crocosmiiflora</i>	Croscomia	África	NE	NE	1	SFF Isla La Corota
Flora	<i>Cyperus rotundus</i>	Juncia real	Eurasia	NE	NE	1	ANU Los Estoraques
Flora	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Oceanía	NE	NE	1	ANU Los Estoraques
Flora	<i>Musa coccinea</i>	Platanillo	Asia	NE	NE	1	PNN Alto Fragua Indi Wasi
Flora	<i>Musa venlutina</i>	Platanillo	Asia	NE	NE	1	PNN Alto Fragua Indi Wasi
Fauna	<i>Omobranchus punctatus</i>	Blenio	Indo-Pacífico occidental	NE	NE	1	PNN Bahía Portete-Kaurrele
Flora	<i>Phyllostachys aurea</i>	Bambú	Asia	NE	NE	1	SFF Otún Quimbaya
Flora	<i>Plantago major</i>	Llantén	Eurasia	NE	NE	1	PNN Puracé

Nota: RMA= Requiere más análisis, NE= No evaluada, SI= Sin información. Información adaptada de Baptiste et al. (2010).

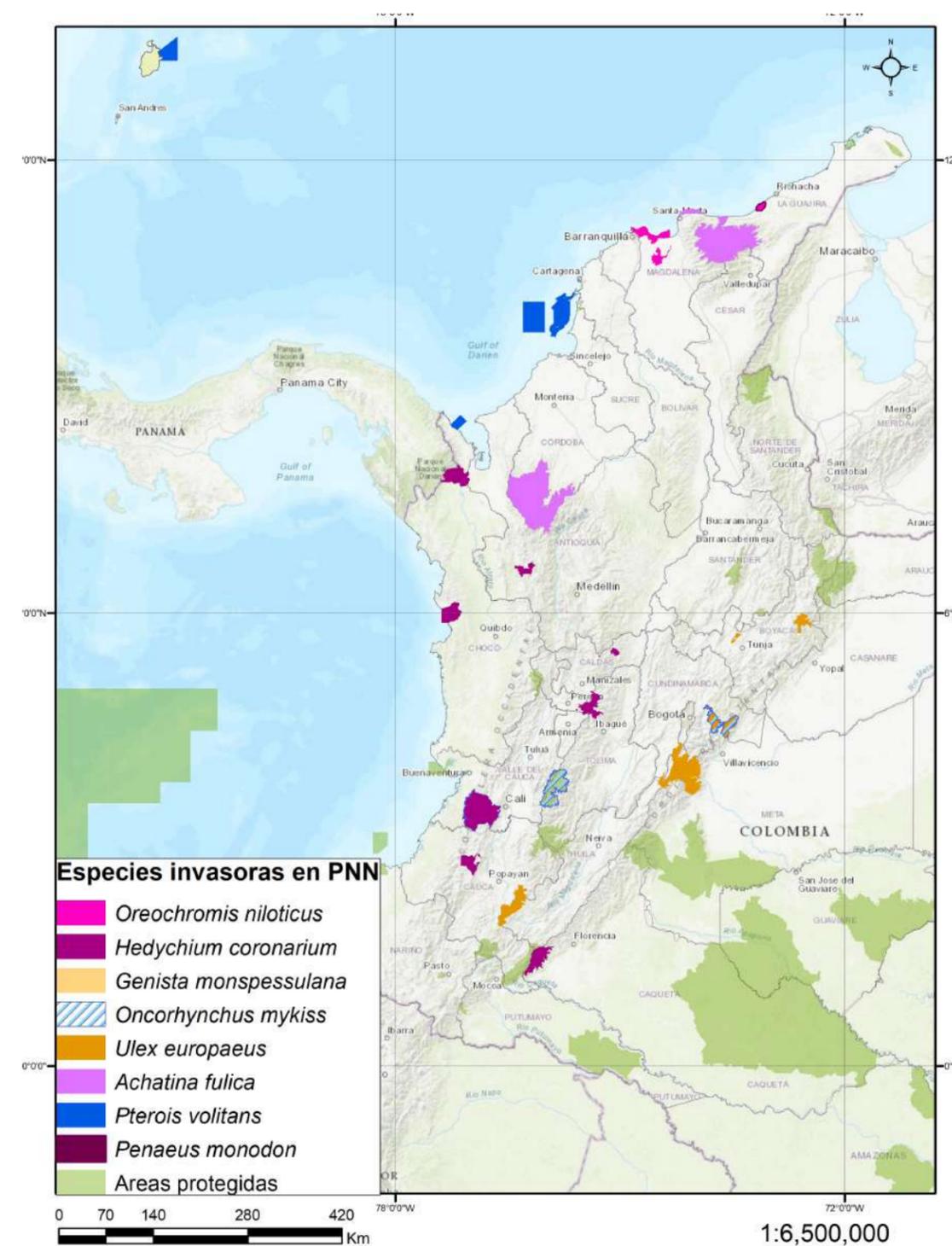
Especies invasoras

De las 22 especies que han sido declaradas invasoras en Colombia por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, siete se han reportado en 17 áreas protegidas, a saber: retamo espinoso (*Ulex europaeus*) y pez león (*Pterois volitans*), con mayor cantidad de reportes (seis y cinco áreas protegidas, respectivamente); la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), la tilapia (*Oreochromis niloticus*) y el

caracol africano (*Achatina fulica*) (en tres áreas cada especie); el retamo liso (*Genista monspessulana*) y el camarón tigre (*Penaeus monodon*) que se registraron cada una en solo un área protegida (Figura 2). De estas especies, *P. volitans*, *G. monspessulana*, *U. europaeus* y *A. fulica* cuentan con lineamientos de control y manejo a nivel nacional (MAVDT, 2011; MADS, 2017; Resolución 684 de 2018).

Figura 2

Áreas protegidas con presencia de especies invasoras: retamo espinoso (*U. europaeus*), pez león (*P. volitans*), trucha arcoíris (*O.s mykiss*), tilapia (*O. niloticus*), retamo liso (*G. monspessulana*), caracol africano (*A. fulica*) y camarón tigre (*P. monodon*)



Especies potencialmente invasoras

Considerando el análisis de riesgo de establecimiento, impacto y factibilidad de control de 364 especies exóticas encontradas en Colombia, compilado por Baptiste et al. (2010),

se encontraron para PNN, 24 especies con alto riesgo de invasión (Tabla 1), es decir, que además de tener características biológicas que le facilitan su dispersión o establecimiento, pueden también aumentar la frecuencia de incendios, emitir compuestos alelopáticos que

impiden el crecimiento de otras especies, servir de hospederos de patógenos, desplazar o depredar especies nativas, e incluso pueden afectar la economía de la región donde habitan (Baptiste et al., 2010; Pejchar & Monney, 2010).

De las 24 especies, cinco son de fauna: considerándose a *Trichogaster pectoralis*, *Charybdis hellerii*, *Corbicula fluminea* y *Carijoa riisei* como especies de alto riesgo invasor y la maría mulata (*Quiscalus mexicanus*) como ave de moderado riesgo invasor. Mientras que las 19 especies restantes son plantas asociadas a ecosistemas terrestres que pueden encontrarse en áreas de bosque andino o páramo como *Hedychium coronarium* o *Holcus lanatus*; en bosques tropicales como *Eichhornia crassipes* y *Elaeis guineensis*; o en cuerpos de agua como *Typha angustifolia*, todas ellas evaluadas de alto riesgo invasor (Tabla 1).

En este grupo se resalta la presencia de matandrea (*H. coronarium*), dado que se ha reportado en 11 áreas protegidas que abarcan zonas de la región caribe, así como de las cordilleras Occidental y Central (Figura 3), registrándose desde el nivel del mar en el PNN Utría y el Vía Parque Isla de Salamanca, hasta zonas de bosque alto andino en el Parque Nacional Natural Los Nevados, Parque Nacional Natural Las Orquídeas y el Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya. Sin embargo, al considerar que la distribución potencial de la especie abarca todo el país (Baptiste et al., 2010), se esperaría encontrarla en otras áreas protegidas del Sistema de PNN. Por tanto, es necesario generar información para su manejo, en especial sobre los posibles medios que están facilitando su dispersión, distribución e impacto en las áreas protegidas.

Especies exóticas o que requieren mayor análisis

Tomando como referencia el análisis de riesgo de establecimiento, impacto y factibilidad de control compilado por Baptiste et al., (2010), se registraron para Parques Nacionales cuatro especies determinadas como "requiere mayor análisis" para clasificarlas como invasoras: *Echinochloa polystachya* para el ANU Los Estoraques; *Fraxinus chinensis* y *Pinus radiata* para el SFF Otún Quimbaya y el ANU Los Estoraques; y *Pinus patula* en el

Parque Nacional Natural Selva de Florencia y el Santuario de Fauna y Flora Galeras (Tabla 1).

Adicionalmente, se reportaron 19 especies exóticas que actualmente no han sido evaluadas bajo el análisis de riesgo de establecimiento, impacto y factibilidad de control (Tabla 1). En consecuencia, dado que se han observado fuera de su distribución natural (ver tabla 1) se propone para las 15 áreas protegidas donde fueron reportadas: 1) establecer los sitios donde se ha registrado su presencia; 2) identificar si la especie se encuentra en etapa de introducción, establecimiento o dispersión, considerando el proceso de establecimiento de especies exóticas descrito por Baptiste & Cárdenas-Toro (2017); y 3) determinar los efectos que están generando sobre las especies y ecosistemas nativos.

Especies de fauna doméstica

Por otra parte, a partir de los resultados obtenidos mediante la encuesta realizada a las áreas protegidas para consolidar la información sobre interacciones con fauna silvestre, se obtuvieron datos de 57 áreas, de las cuales 45 reportan presencia de animales domésticos, siendo el ganado bovino (*Bos taurus*), los equinos (como caballos [*Equus caballus*] y burros [*Equus asinus*]), las aves de corral (como gallinas [*Gallus gallus domesticus*], patos [*Anas platyrhynchos domesticus*] y pavos [*Meleagris gallopavo*] y los perros (*Canis lupus familiaris*) los animales domésticos con mayor cantidad de registros: 41, 36, 35 y 20 áreas protegidas respectivamente (Figura 4).

La fauna doméstica dentro o en áreas próximas a entornos biodiversos puede generar impactos por los posibles eventos de consumo que puedan ocasionar animales como perros o gatos con comportamientos ferales, es decir, que obtienen su alimento sin intervención del hombre (Baptiste et al., 2010) sobre fauna silvestre, que incluso puede estar en categorías de amenaza como el venado soche (*Mazama rufina*, vulnerable según UICN) como se ha evidenciado en el Parque Nacional Natural Chingaza (Reátiga, 2015). Asimismo, estas especies pueden provocar cambios en patrones de actividad de la fauna silvestre (Silva-Rodríguez & Sieving 2012), sumado al hecho que los animales domésticos son fuente de enfermedades infecciosas que pueden ocasionar un impacto severo en la biodiversidad,

Figura 3

Presencia de *H. coronarium* en las áreas protegidas de Parques Nacionales Naturales

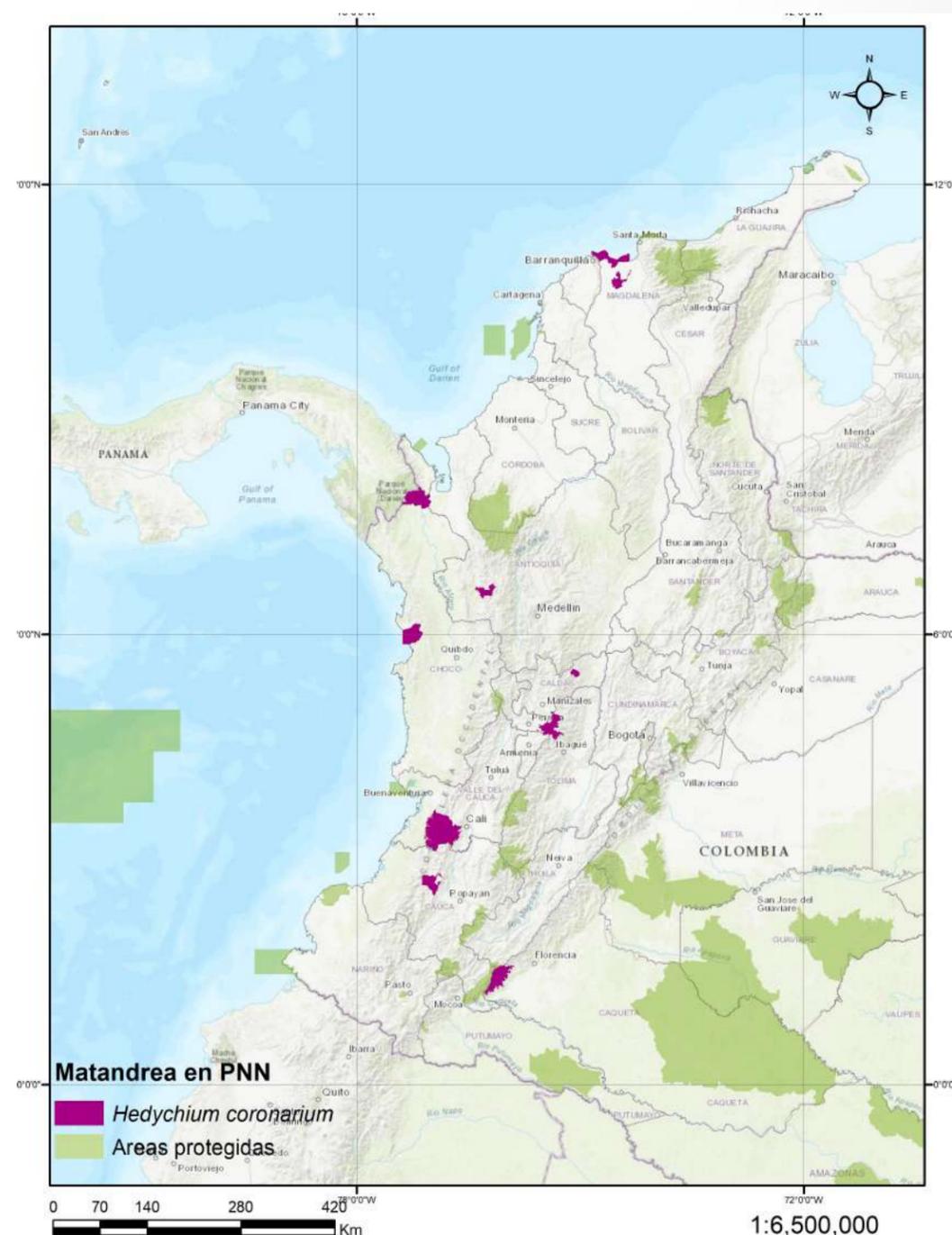
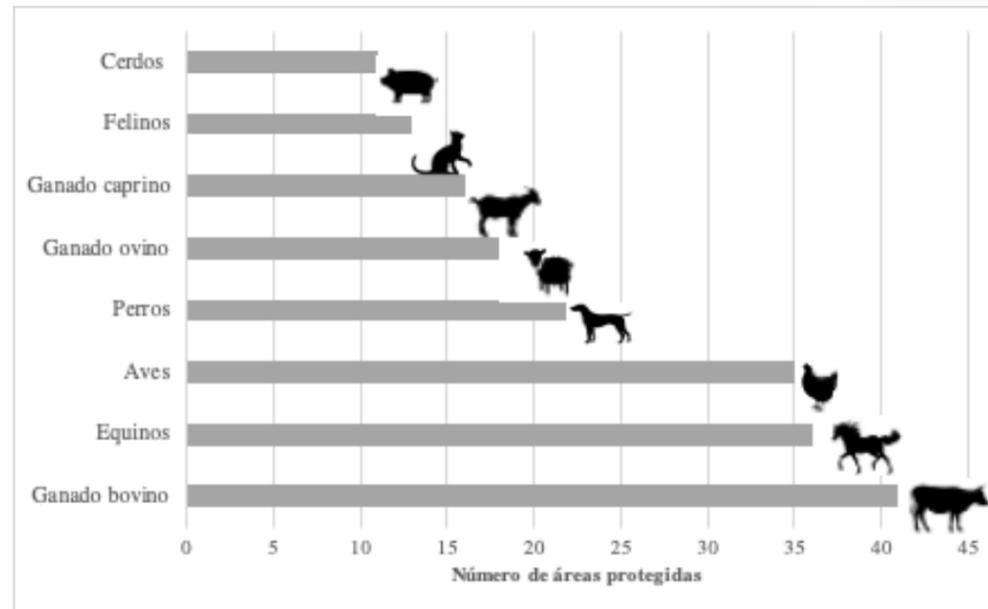


Figura 4

Reporte de presencia de fauna doméstica dentro de Parques Nacionales Naturales



la salud de las poblaciones y, eventualmente, en la salud humana (Mazet & Johnson, 2012).

Sin embargo, dado que la presencia de especies domésticas en las áreas protegidas es un elemento primordial para el sustento de las comunidades que habitan en las áreas que administra PNN se deben generar estrategias especiales de manejo o acuerdos de uso, tenencia y ocupación que promuevan buenas prácticas de manejo o la reubicación de las mismas, de forma que se puedan disminuir los riesgos de contacto descritos entre la fauna silvestre y doméstica, sin perjudicar la economía de las familias que dependen de ellos.

Acciones de control y manejo de especies exóticas, invasoras y domésticas

En relación con la implementación de acciones, 17 de las 35 áreas protegidas reportaron la implementación de acciones de control y manejo, tales como: 1) generación o adaptación de instrumentos de control y manejo (protocolos y lineamientos nacionales); 2) control por medio de erradicación, traslado, anillamiento o esterilización; 3) restauración ecológica para mejorar las condiciones ocasionadas por el impacto de

las especies de flora introducidas o invasoras; y 4) educación ambiental para sensibilizar a las comunidades sobre los impactos que generan estas especies en ecosistemas naturales (Tabla 2). Adicionalmente, con el propósito de generar información de línea de base que oriente las acciones de manejo y control, las áreas protegidas realizan investigación sobre la distribución de las especies, abundancias (censos) y genética.

Dentro de los informes analizados, se resaltan los esfuerzos para la implementación de acciones de control de las especies invasoras *P. volitans*, *U. europaeus* y *O. mykiss*, así como de las especies consideradas por el análisis del IAvH como de alto potencial invasor *H. coronarium*, *B. decumbens*, *P. clandestinum* y *T. alata* en los Parques Nacionales Naturales Chingaza, Sumapaz, Los Nevados, Selva de Florencia, Pisba, Corales de Profundidad, Corales del Rosario y de San Bernardo, Old ProvidenceMcBean Lagoon, Tayrona y de los Santuarios Otún Quimbaya y Acandí, Playón y Playona. Estas áreas protegidas, con apoyo de aliados estratégicos (Institutos de investigación, academia, organizaciones no gubernamentales y comunidades de la zona de influencia), además de tener avances en la identificación de la distribución de las especies exóticas, invasoras o domésticas, o en la determinación de sus efectos sobre los Valores Objeto

Tabla 2

Acciones de control y manejo de especies introducidas o invasoras implementadas en las áreas protegidas del sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia

ÁREA PROTEGIDA	NOMBRE CIENTÍFICO	ACCIÓN DE CONTROL E INVESTIGACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN
Dirección Territorial Orinoquia			
PNN Chingaza	Canis lupus familiaris	Control	Esterilización
			Traslado a coso municipal
		Investigación	Censos en área de influencia
	Oncorhynchus mykiss*	Control	Extracción mediante pesca
Ulex europaeus*	Adaptación protocolo	Implementación de acciones de la R. 684/18 del MADS	
	Control	Erradicación de focos	
PNN Cordillera de Los Picachos	Brachiaria decumbens	Control	Erradicación de focos
PNN Sumapaz	Ulex europaeus*	Control	Erradicación en zona de influencia
Dirección Territorial Andes Occidentales			
PNN Los Nevados	Ulex europaeus*	Control	Erradicación de focos
		Adaptación protocolo	Implementación de acciones de la R. 684/18 del MADS
PNN Selva de Florencia	Hedychium coronarium	Investigación	Distribución de parches
			Establecimiento de parcelas para evaluar disminución de dispersión de la especie
	Control	Erradicación manual de rizomas	
PNN Las Orquídeas	Hedychium coronarium	Investigación	Investigación genética con EAFIT
PNN Tatamá	Hedychium coronarium	Investigación	Investigación genética con EAFIT
SFF Isla La Corota	Crocasmia x crocosmiflora	Control	Erradicación
		Implementación de protocolos	Protocolo en elaboración para el control de la especie
SFF Otún Quimbaya	Hedychium coronarium	Investigación	Identificación de parches con presencia de la especie
			Investigación genética
		Control	Erradicación
		Implementación de protocolos	Protocolo de restauración de áreas degradadas por plantas invasoras en el SFF Otún Quimbaya
		Restauración	Protocolo de manejo de las plantaciones forestales con fines de restauración ecológica, al interior del SFF Otún Quimbaya.
		Restauración	Siembra de especies nativas en parcelas definidas
	Thunbergia alata	Control	Erradicación
Musa venlutina	Restauración	Siembra de especies nativas	
Phyllostahys aurea			

Dirección Territorial Pacífico			
PNN Farallones de Cali	Hedychium coronarium	Investigación	Investigación genética con EAFIT
Dirección Territorial Andes Nororientales			
ANU Los Estoraques	Pennisetum clandestinum	Control	Erradicación
PNN Pisba	Ulex europaeus*	Adaptación protocolo	Implementación de acciones de la R. 684/18 del MADS
		Investigación	Seguimiento al banco de semillas
		Restauración	Siembra de especies nativas
		Educación ambiental	Jornadas de trabajo con comunidades del área de influencia
Dirección Territorial Caribe			
PNN Corales de Profundidad	Pterois volitans*	Adaptación protocolo	Implementación de plan de manejo para el control del pez león
PNN Corales del Rosario y de San Bernardo		Control	Jornadas de extracción
PNN Old Providence McBean Lagoon		Educación ambiental	Recetario para incentivar el consume del pez león.
PNN Tayrona			
SFF Acandí, Playón y Playona			Jornadas de trabajo con comunidades del área de influencia.

Nota: *Especies invasoras declaradas por el MADS.

de Conservación, también han implementado acciones de manejo para su control, de acuerdo con los lineamientos nacionales o mediante la consolidación de protocolos desde la experiencia del área protegida.

Finalmente, aunque PNN ha tenido avances en la identificación, distribución y manejo de algunas especies exóticas, aún se desconoce el impacto que las especies foráneas, invasoras o no, puedan tener sobre la diversidad biológica, la salud y la economía de las comunidades que

habitan dentro o en zonas próximas a las áreas protegidas de Parques. Asimismo, diversos escenarios de cambio climático han planteado que el aumento de las poblaciones y nichos ecológicos de las especies invasoras o exóticas tendrán mayor impacto en bosques tropicales, ecosistemas costeros e islas (Urbina-Cardona & Castro, 2010). Por tanto, es importante considerar el rol de las áreas protegidas y priorizar acciones en zonas con regímenes especiales de manejo para evitar la propagación de las especies identificadas y el establecimiento de nuevas.

Conclusiones

Parques Nacionales Naturales avanza en la identificación y generación de acciones de manejo para especies invasoras, exóticas y domésticas dentro de sus áreas protegidas, sin embargo, condiciones de accesibilidad, recursos financieros y de personal han limitado en este aspecto el accionar de más de 30 áreas protegidas, por lo que la articulación con actores estratégicos es esencial para fortalecer la ejecución e iniciar el diagnóstico de otras especies y sus efectos en áreas protegidas que aún no cuentan con información.

Considerando que los impactos negativos de las especies invasoras o exóticas se registran no solo sobre la diversidad biológica nativa, sino también en la economía, la salud humana, o las tradiciones culturales es indispensable generar acciones de manejo intersectorial que permitan un control eficaz de las especies identificadas dentro y fuera de las áreas protegidas de Parques Nacionales Naturales donde la inclusión de las comunidades locales y entes territoriales sea constante.

Agradecimientos

Queremos agradecer a cada una de las personas del equipo de Parques Nacionales Naturales que desde su diario accionar han contribuido en el conocimiento, control y manejo de las especies invasoras, exóticas y domésticas que amenazan la biodiversidad y servicios ecosistémicos que se conservan en las 62 áreas protegidas administradas por el Sistema. Asimismo,

a cada una de las instituciones públicas y privadas que han aportado su conocimiento y dedicación al manejo de estas especies dentro de las áreas de Parques Nacionales. Especial agradecimiento a los funcionarios y contratistas de las áreas protegidas que suministraron información para consolidar el análisis presentado en este artículo.

Referencia

Baptiste, M. P., Castaño, N., Lasso, C. a., Cárdenas, D., Gutiérrez, F. D. P., & Gil, D. L. (2010). Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Castaño (Eds.) Plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia (pp. 25-38). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Baptiste M.P., & Cárdenas-Toro J. (2017). Bases, conceptos y referentes actuales sobre las invasiones biológicas. En D. Cárdenas-López, M.P. Baptiste & N.

Cárdenas-López, D., Baptiste M.P. & Castaño N. (Eds.). (2017). Plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Falk-Petersen, J., Bøhn, T., Sandlund, O.T. (2006). On the numerous concepts in invasion biology. *Biological Invasions*, 8, 1409–1424.

Forero, G. & Pinel, N. s.f. Capítulo 4. Motores directos de transformación y pérdida de biodiversidad. Instituto de investigaciones biológicas Alexander von Humboldt, Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES).

Gutiérrez F. P. (2006). Estado de conocimiento de especies invasoras: propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Hockings, M., Dudley, N., Ellio, W., Napolitano, M., Mackinnon, K., Pasha, M. K. S., ... Redford, K. (2020). Covid-19 and Protected and Conserved Areas. *Parks*, 26(May), 7–24. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.PARKS-26-1MH.en>

ISSG, Invasive Species Specialist Group (Marzo 2020). Base de datos global sobre especies invasoras. Grupo de especialistas de especies invasoras. <http://www.issg.org/database/welcome/>

Mazet, J., & Johnson, C. (2012). Approaching Health Problems at the Wildlife–Domestic Animal Interface. En Miller, E. & Fowler, M. *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine. Current Therapy* (pp. 153-160). Volume 7. Elsevier Saunders

Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute,

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2012). Política Nacional para la Gestión de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos -PNGIBSE. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2017). Plan para el manejo y control del pez león, *Pterois volitans*, en el Caribe colombiano.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). (2011). Plan nacional interinstitucional

de los Sectores ambiental, Agropecuario, Salud y Defensa para la prevención, manejo y control del caracol gigante africano *Achatina fulica*.

Reátiga, J. F. (2015). Determinación del efecto de perros ferales (*Canis lupus familiaris*) sobre los mamíferos del Parque Nacional Natural Chingaza, mediante fototrampeo [Tesis de pregrado no publicada]. Repositorio institucional Universidad Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co:8443/bitstream/handle/10554/17913/ReatigaParrishJuanFelipe2015.pdf?sequence=1>

Pejchar L. y Mooney H. A. (2010). Invasive species, ecosystem services and human well-being. *Trends in Ecology and Evolution*, 24 (9), 497-504.

Pilson, D., y Prendeville, H. R. (2004). Ecological effects of transgenic crops and the escape of transgenes into wild populations. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35, 149–174.

Pyšek, P. et al. (2012). A global assessment of invasive plant the interaction of impact measures, invading species' traits impacts on resident species, communities and ecosystems: and environment. *Glob. Change Biol*, 18, 1725–1737

Silva-Rodríguez, E. A., & Sieving, K. E. (2012). Domestic dogs shape the landscape-scale distribution of a threatened forest ungulate. *Biological Conservation*, 150(1): 103–110.

Urbina-Cardona N. & Castro, F. (2010). Distribución actual y futura de anfibios y reptiles con potencial invasor en Colombia: una aproximación usando modelos de nicho ecológico En Varela, A. (ed). *Diversidad y Cambio Climático* (pp. 65-72). Universidad Javeriana – Ideam.

Valéry, L., Fritz, H. & Lefeuvre, J. (2008) In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. *Biological Invasions*, 10, 1345–1351.

Wittenberg R. & Cock M.J.W. (Eds.). (2001). *Invasive Alien Species: A Toolkit of Best Prevention and Management Practices*. CAB International, Wallingford.

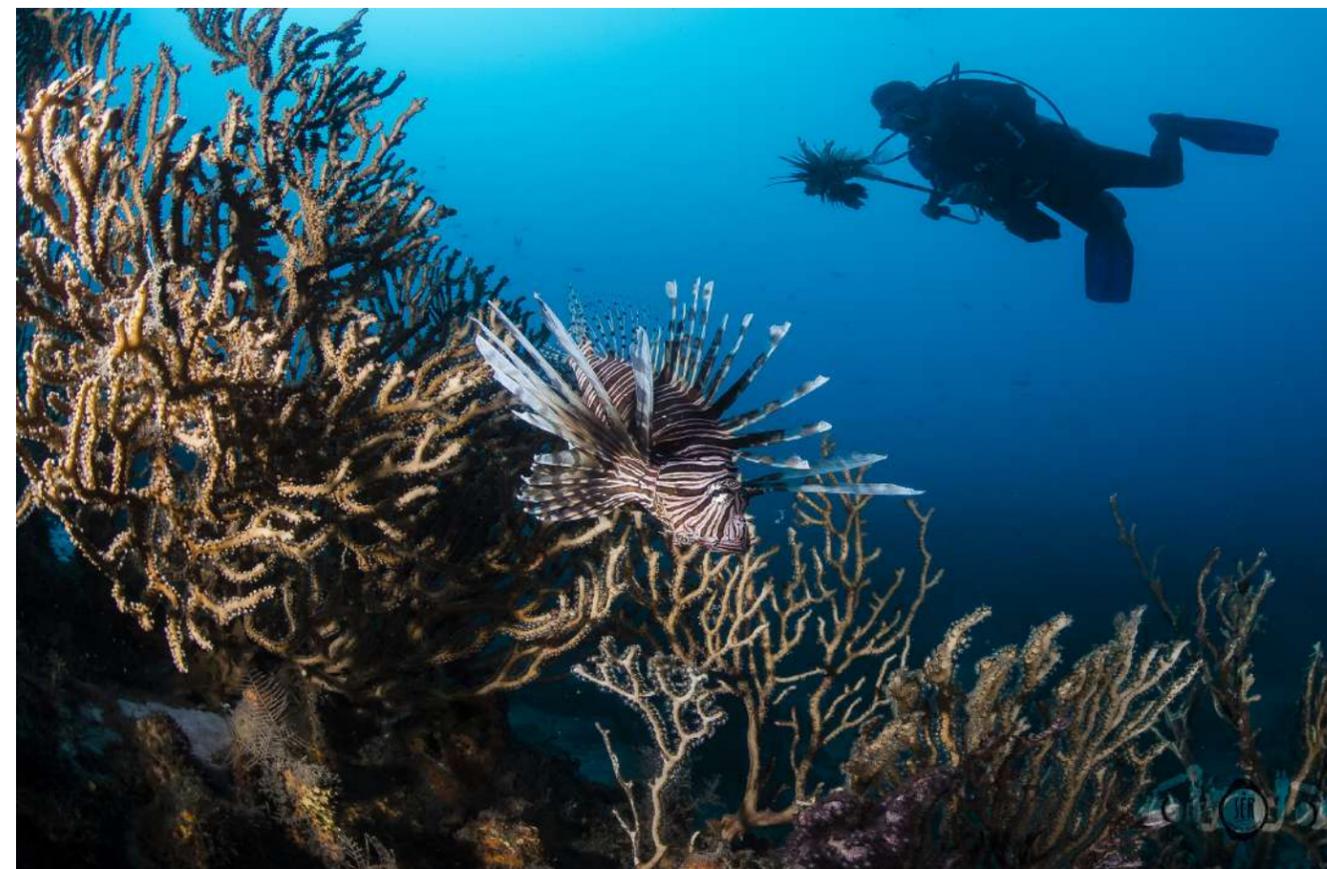




Foto: Angela Echeverry



Foto: PNN Amacayacu

Análisis de los indicadores de riesgo de la biodiversidad y servicios ecosistémicos publicados en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático para los departamentos de Amazonas y San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Daniela López Bedoya

Estudiante Ingeniería Ambiental, Universidad Manuela Beltrán
danielalb.102009@gmail.com

Sandra Milena Rodríguez Peña

Profesional especializado, Grupo de Planeación y Manejo, Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
sandra.rodriguez@parquesnacionales.gov.co

Analysis of the Biodiversity and Ecosystem Services indicators Published in the Third National Communication on Climate Change for Amazonas, and San Andrés, Providencia and Santa Catalina departments

RESUMEN

A partir de la evaluación de los componentes del riesgo: amenaza, vulnerabilidad, sensibilidad y capacidad adaptativa, se revisaron los indicadores de la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos incluidos dentro del análisis de riesgo climático de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Los resultados obtenidos por esta para estos doce indicadores se compararon en los departamentos de Amazonas y San Andrés, Providencia y Santa Catalina,

que por su ubicación y condiciones ambientales permite un estudio diferenciable para esta dimensión. Se presenta una interpretación general de estos indicadores y se generan recomendaciones para el manejo de las áreas protegidas.

Palabras claves: adaptación, biodiversidad, ecosistemas, indicadores, riesgo climático.

ABSTRACT

Based on the evaluation of risk components such as threat, vulnerability, sensitivity, and adaptive capacity, it was analyzed both the biodiversity and ecosystem services indicators included within the analysis of climate risk developed in the Third National Communication on Climate Change (TCNCC). The results obtained by the TCNCC were compared in the departments of Amazonas and San Andrés, Providencia and Santa Catalina due to their differences in location and environmental conditions, which allows for differential analysis. This study provides a general interpretation of these indicators and proposes some recommendations for the management of the protected areas.

Keywords: adaptation, biodiversity, ecosystems, indicators, climate risk.

Introducción

En el 2017, la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC) presentó un informe actualizado de la situación del país frente al cambio climático, el cual incluía diferentes factores como el análisis de riesgo junto con los principales avances en mitigación y adaptación (IDEAM et al., 2017). En cuanto al estudio del riesgo, este se realizó mediante la evaluación de indicadores en seis dimensiones: seguridad

alimentaria, recurso hídrico, salud, hábitat humano, infraestructura, y biodiversidad y servicios ecosistémicos. Este último indicador es el objeto del análisis de este artículo. Para efectos prácticos, esta dimensión constó de 12 indicadores, divididos en categorías según el componente de riesgo y el tipo de ecosistema presente en el departamento, como se observa a continuación:

Tabla 1

Indicadores en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos

COMPONENTES DEL RIESGO	ECOSISTEMAS CONTINENTALES	ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS E INSULARES
Amenaza	A1. Pérdida de área idónea para especies amenazadas y de uso	A4. Cambio proyectado en la cobertura del ecosistema de manglar por cambio en la línea de costa (CLC)
	A2. Cambio proyectado en porcentaje de área con vegetación natural	A5. Cambio proyectado en la cobertura del ecosistema de manglar por ascenso en el nivel del mar (ANM)
	A3. Cambio proyectado en la superficie con aptitud forestal	A6. Pérdida de área idónea para especies de manglar
Sensibilidad	S1. Porcentaje del área del municipio correspondiente a bosque	S4. Estado de salud y prioridad de restauración de ecosistema manglar
	S2. Porcentaje de área por municipio correspondiente a ecosistema natural	
	S3. Porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) de la silvicultura, extracción de madera y actividades conexas a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al PIB departamental	

Nota: Adaptado de TCNCC, 2017

Ahora bien, en el estudio *riesgo* se define como la probabilidad de que se produzca algún tipo de daño a las personas y/o al ambiente por efecto de una amenaza y su interacción con la vulnerabilidad (Quintero et al., 2012). Dentro

del documento de la TCNCC se utiliza la fórmula $\text{amenaza} \times \text{vulnerabilidad}$ para determinar el riesgo, mientras que la vulnerabilidad es considerada a partir de $\text{sensibilidad} / \text{capacidad adaptativa}$.

Se entiende así mismo una *amenaza* como “la potencial ocurrencia de eventos de cambio climático que pueden tener un impacto físico, social, económico y ambiental en una zona determinada por un cierto período” (Cardona, et al., 2012, p. 32). Esta se compone por los eventos extremos proyectados como el aumento de la temperatura, el cambio en la precipitación, el Cambio en la Línea de Costa (CLC), el Ascenso en el Nivel del Mar (ANM) y los elementos susceptibles a ser afectados por estos eventos, dentro de los cuales se encuentran las personas, las especies, los ecosistemas, entre otros (Gutiérrez, 2019).

Por otra parte, la *sensibilidad* se define como “el grado en que un sistema resulta afectado, positiva o negativamente, por la variabilidad o el cambio climático” (IDEAM y PNUD, 2014, p. 6) y hace referencia al estado actual de aquellos elementos que son susceptibles de impacto. En tanto, la *capacidad adaptativa* refiere al “conjunto de recursos e instituciones de un país o región que permitirían implementar medidas de adaptación eficaces, determinada por la habilidad de los ecosistemas para conservar su integridad y la capacidad de la sociedad de prevenir los impactos producidos por los cambios globales” (IDEAM & PNUD, 2014, p. 6).

Métodos

En la fase preliminar se revisó la estructura general de la TCNCC, dando mayor atención al análisis de riesgo al cambio climático desarrollado por dicha publicación. De este documento, se tomaron los resultados correspondientes a los valores de riesgo de la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos, calculados allí. Considerando que dicha publicación no presenta información detallada de cómo se obtuvieron estos resultados, se recurrió a contactar a los autores de la TCNCC (J.E. Gutiérrez, comunicación personal, septiembre 24, 2019) y algunas fuentes secundarias, entre las que destaca el documento publicado por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (Invemar), “Elaboración del análisis de vulnerabilidad marino costera e insular ante el cambio climático para el país”. De este se obtuvo gran parte de la descripción

La dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos junto con el presente estudio son de gran interés para entidades como Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC), dada su misión de conservar la diversidad biológica y cultural de las áreas naturales protegidas. En este sentido, entender estos indicadores genera herramientas para la toma de decisiones dentro de la entidad, aporta al cumplimiento de “los lineamientos institucionales para afrontar el clima cambiante desde las áreas protegidas”, y a su objetivo de “incrementar la resiliencia de los ecosistemas en áreas protegidas frente a las condiciones climáticas cambiantes, a fin de mantener su biodiversidad y servicios ecosistémicos, a través de acciones planificadas de adaptación y mitigación” (Rodríguez, 2017, p. 6).

Teniendo en cuenta lo anterior, la presente investigación se realizó con el fin de entender los resultados presentados en la TCNCC para los departamentos de San Andrés, Providencia y Santa Catalina¹ y Amazonas, así como sus implicaciones en el territorio e intentar desarrollar una metodología para la aplicación de estos indicadores en posteriores documentos de planeación del territorio y de las áreas protegidas como respuesta ante el riesgo de cambio climático.

de los indicadores de los ecosistemas costeros e insulares.

Asimismo, se consultó la información oficial publicada en el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) al igual que la generada por las siguientes autoridades territoriales departamentales y ambientales: Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (Corpoamazonia), Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Coralina), y Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Adicionalmente, se tuvieron en cuenta las proyecciones de cambios en la temperatura

¹ En adelante se hará referencia al departamento de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, simplemente como San Andrés.

y las precipitaciones realizadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). De acuerdo a esto, se espera para el departamento de Amazonas, bajo escenarios RCP² 6,0 para el 2040, un cambio en la temperatura media de 0,7 °C y una disminución de la precipitación de 14,84 %. En cuanto a San Andrés, se espera un cambio en la temperatura media anual de 0,8°C y una disminución de las precipitaciones de 30,20 % (IDEAM et al., 2015).

Dado que el valor de riesgo corresponde a hechos específicos que cambian según el territorio en el que se evalúe el ejercicio, el ejercicio se enfocó en dos departamentos representativos

de las regiones con mayor riesgo al cambio climático: el Caribe y la Amazonía. Se escogió al departamento de San Andrés, que se encuentra en la categoría de marítimo e insular y reporta un alto riesgo en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos; y al Amazonas, departamento continental, con un riesgo muy bajo en esta dimensión.

Después de esta recopilación y análisis de información secundaria, se logró una descripción aproximada de cada uno de los indicadores (Tabla 2), a fin de comprender la situación de riesgo de cada departamento ante el cambio climático.

Tabla 2

Descripción de los indicadores en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos

INDICADORES DE AMENAZA	
A1	La pérdida de área idónea se calcula a partir del estudio de máxima entropía basado en el modelo de nicho ecológico de 76 especies categorizadas como de “uso” y en estado de amenaza, a través del programa Maxent, en una situación climática base (1976-2010) y posteriormente se proyecta la máxima entropía bajo las condiciones de temperatura y precipitación proyectadas a 2040, con las cuales se calcula la pérdida del área idónea (Gutiérrez, 2019).
A2	El cambio de las coberturas vegetales a causa del cambio climático se relaciona con la clasificación de zonas de vida propuesta por Holdrige, donde la vegetación que se encuentra dependerá en gran medida a las precipitaciones anuales y la temperatura (Holdrige, 1987). Por lo cual el cambio en estas variables, sumado a presiones externas como las especies invasoras, generarán un cambio considerable en los ecosistemas naturales.
A3	El cambio en las precipitaciones y el aumento de temperatura genera algunos cambios en la distribución de especies forestales. Surgiendo fenómenos como la termofilización, en la que el cambio de las condiciones climáticas, generan que muchas de las especies se vean obligadas a migrar hacia tierras altas, donde se presente mejores condiciones (Joshi, 2015). Es decir, un alto valor en este indicador puede inducir a pensar que las condiciones climáticas, no permiten que se presente ecosistemas forestales, traduciéndose a un cambio de aptitud del suelo.
A4	El estudio de CLC se realizó con un análisis multitemporal de imágenes satélites, en las que primero se calculó una tasa de cambio, para después realizar una superposición del mapa de cobertura del suelo y encontrar el CLC (Invemar, 2017).
A5	El ANM se realiza bajo el modelo CMIP5 (proyecto de inter-comparación de modelos de clima acoplados, fase 5), usando dos técnicas de tendencias: Trend-EOFs (TEOF) y tendencias locales (Invemar, 2017). Este análisis arroja dos resultados importantes: la tendencia media del nivel del mar en mm/año y el nivel medio expresado en mm.
A6	Al igual que el indicador A1 la pérdida de área idónea se determina a partir del estudio de la máxima entropía, y los cambios que se proyectan para el 2040, usando siete especies de manglar (Gutiérrez, 2019).

² Los RCP son trayectorias de concentración representativas que dependen de la concentración esperada de GEI en las diferentes épocas de evaluación y definen el comportamiento de la temperatura y la precipitación (IDEAM, 2015).

INDICADORES DE SENSIBILIDAD	
S1	La presencia de bosques intactos garantiza la supervivencia de muchas especies. Teniendo en cuenta que estos ecosistemas sufrirán cambios y se verán afectados por el cambio climático, si un bajo porcentaje del área del departamento correspondiente a bosque puede generar que el ecosistema no pueda resistir los cambios de temperatura y precipitación y por ende muchas de las especies que se encuentran dentro de estas áreas se verán en peligro, disminuyendo la biodiversidad del departamento (aumentando la sensibilidad del departamento).
S2	Los ecosistemas desempeñan un papel importante en la regulación del clima. Los ecosistemas sanos y resilientes poseen una mayor capacidad para atenuar el cambio climático y adaptarse a él. Resisten y se recuperan más fácilmente de los fenómenos meteorológicos extremos y proporcionan una gran variedad de beneficios de los que dependen las personas. Es decir, una alta proporción de ecosistemas naturales evita que todo el sistema resulte afectado por el cambio climático, por lo que disminuye la sensibilidad.
S3	Este indicador representa la contribución de las actividades económicas forestales a la economía del departamento, este se calcula a partir de los datos publicados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Represa la sensibilidad del departamento dado que la tala de árboles, genera una presión sobre el ecosistema forestal, y sobre las especies que habitan allí.
S4	El estado de salud de los ecosistemas de manglar se determina a partir del trabajo "Elementos técnicos que permitan establecer medidas de manejo, control, uso sostenible y restauración de los ecosistemas costeros y marinos del país" elaborado por el Invemar en el 2014. En el cual se determinan diversos parámetros para determinar el estado de salud de los manglares en cada uno de los territorios, y partiendo de estos resultados se establecen las zonas de prioridad de restauración, teniendo en cuenta su importancia social, cultural, ecológica y ambiental
INDICADORES DE CAPACIDAD ADAPTATIVA	
CA1	Las Áreas Protegidas tienen el potencial de brindarnos soluciones naturales para enfrentar el cambio climático. Por lo cual la presencia y manejo de estas representan una oportunidad para la conservación de los ecosistemas, y a su vez una oportunidad adaptación a los cambios producidos por el cambio climático y sus impactos. Traducido en una capacidad adaptativa alta (Uribe, 2015).
CA2	"De acuerdo con el marco legal existente para los manglares, las autoridades ambientales deben formular y poner en marcha el plan de zonificación de las áreas de manglar, para su manejo sostenible y ordenación. Las áreas de manglar que por cada departamento cuentan con este instrumento, presentan una mayor capacidad de gestión del ecosistema desde el punto de vista técnico e institucional, brindando un mejor proceso de control del área. Las medidas derivadas de la zonificación y el respectivo plan de manejo, actúan entonces como un potencializador de la adaptación" (Invemar, 2017).

Nota: Datos tomados de Gutiérrez, 2017; Holdridge, 1987; Joshi, 2015; Invemar 2014, 2017; Uribe, 2015.

Resultados y discusión

Para brindar un contexto del riesgo de cada departamento y continuar con la situación departamental relacionada para cada uno de los indicadores, los resultados se presentan por departamento e inician con los resultados publicados en la TCNCC.

Amazonas

El Amazonas corresponde a un departamento continental, tercero con mayor riesgo al cambio climático, siendo la seguridad alimentaria la

dimensión con mayor riesgo. En contraste, en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos, es el cuarto departamento con menor riesgo.

La pérdida y fragmentación de hábitats es la mayor amenaza para la supervivencia de muchas especies (Huxel & Hastings, 2008). Así mismo, las condiciones climáticas, los ecosistemas y las especies de la Amazonía se ven enfrentados a las presiones antrópicas, como la deforestación y la sobreexplotación de sus especies amenazadas.

Tabla 3

Resultados presentados por la TCNCC para el departamento de Amazonas

COMPONENTES DEL RIESGO	INDICADOR	CATEGORÍA Y VALOR DEL INDICADOR	CATEGORÍA Y VALOR DEL COMPONENTE DE RIESGO		CATEGORÍA Y VALOR DEL RIESGO
Amenaza	A1	Muy alta (0.79)	Amenaza muy baja (0.27)	Amenaza muy baja (0.27)	Riesgo muy bajo (0.1x5)
	A2	Muy baja (0.10)			
	A3	Muy alta (1.00)			
Sensibilidad	S1.	Muy baja (0.15)	Sensibilidad baja (0.28)	Vulnerabilidad alta	
	S2.	Muy alta (0.67)			
	S3.	Media (0.34)			
Capacidad Adaptativa	CA1	Muy alta (0.90)	Capacidad adaptativa muy alta (0.90)		

Nota. Adaptado de TCNCC (2017).

La amenaza correspondiente a la pérdida de área idónea para especies amenazadas y de uso (A1) es alta. Dada su presencia dentro del departamento, este valor se relaciona con proyecciones del cambio del hábitat de cuatro de las 76 "especies amenazadas y de uso" que fueron objeto de estudio en la TCNCC: *Cedrela odorata*, *Odontophorus gujanensis*, *Patagioenas subvinacea* y *Tinamus major*. Las cuales, además de enfrentarse a presiones climáticas, se encuentran categorizadas en la Resolución 1912 de 2017 en estado de amenaza, por la disminución de su población causada por la explotación intensiva, y la reducción de su hábitat.

Según el mapa de ecosistemas de la base de datos del SIAC (2012), el 90 % del departamento corresponde a vegetación natural, de la cual el bosque basal húmedo es el ecosistema con mayor cobertura (87 % del departamento). Según las proyecciones realizadas en la TCNCC (A2), se espera un cambio mínimo de las coberturas con vegetación natural del departamento. Sin embargo, es preciso destacar que, pese a que el cambio proyectado en la temperatura para este periodo de tiempo es medio bajo, para el 2100 se alcanzaría un aumento de la temperatura media de hasta 2,4 °C, lo cual representa un alto riesgo para el departamento y su biodiversidad (IDEAM et al., 2015).

Además, se debe tener en cuenta que, si bien el 90 % del territorio está declarado como zona de reserva forestal de Ley segunda (Corpoamazonia, 2014), esta Ley permite la remoción de bosques,

cambio en el uso del suelo u otra actividad distinta del aprovechamiento racional de los bosques, a cualquiera que alegue razones de "utilidad pública o interés social" (Munevar & Rojas, 2016, p. 60) poniendo en riesgo la estabilidad y conectividad de estos ecosistemas.

El cambio proyectado de las zonas con aptitud forestal (A3) representa una amenaza muy alta. Es decir, se espera que en la mayoría del territorio se vea afectada su vocación de uso, dado que el 97 % corresponde a vocación forestal o agroforestal. El Grupo Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) cataloga estos ecosistemas de bosque como uno de los más propensos a ser afectados por el cambio climático, sus especies dependen en gran medida de las variables climáticas (Bernier y Schoene, 2008) como lo establece la clasificación de las zonas de vida de Holdridge (1987). Debido a esto, las especies se verán obligadas a trasladarse a nuevas zonas donde se presenten las condiciones climáticas precisas para su adecuado desarrollo, de allí la importancia de garantizar la conectividad y la conservación de los ecosistemas.

Según el mapa de bosque del IDEAM (2017), el 97,3 % del departamento corresponde a bosque para el año 2016, por lo cual la sensibilidad del departamento, relacionada con el indicador S1, es baja. Se estima que el aumento de sequías e incendios de cobertura vegetal, así como las condiciones más cálidas y secas, provoquen que estos ecosistemas sean más propensos al daño abiótico como infestaciones por plagas y

enfermedades. Adicionalmente, la productividad de las especies forestales se verá afectada por los cambios en la disponibilidad del agua y el aumento de CO² en la atmósfera, lo cual afectará las actividades económicas que dependen del aprovechamiento de este ecosistema (Maroschek et al., 2009).

Con respecto al indicador S3, las actividades extractivas (silvicultura, extracción de madera, y actividades conexas) solo aportan un 1,7 % al PIB, muy por debajo de otras actividades económicas como el comercio, con un 12,1 % de participación (DANE, 2015a).

El 20,9 % del departamento corresponde a áreas protegidas registradas en el RUNAP. Ubicadas en la zona oriental del departamento, todas ellas se encuentran bajo el manejo de Parques Nacionales Naturales de Colombia, entre los que el Parque Nacional Natural Río Puré cuenta con la mayor área dentro del departamento (SIAC, 2018). A partir de lo anterior, se podría interpretar que estas zonas permiten una gran capacidad adaptativa, dado que el valor de este indicador (CA1) es alto.

Pese a que las actividades relacionadas con la extracción de los recursos forestales presentan una baja participación en el PIB departamental del Amazonas y que un gran porcentaje del territorio corresponde a áreas protegidas, la deforestación de los bosques es un hecho que ocurre en el departamento, asociado a la minería ilegal de oro y coltán, que se desarrolla en las cuencas de los ríos Putumayo, Caquetá, Apaporis, Guainía e Inírida, entre otros, donde se ven afectadas áreas de manejo especial (territorios indígenas, Parques Nacionales, sitios Ramsar, reservas forestales y zonas fronterizas) (Sierra, 2019).

San Andrés, Providencia y Santa Catalina

San Andrés se encuentra en la categoría de marítimo e insular y es el departamento que presenta mayor riesgo ante el cambio climático en Colombia, lo que hace que el componente de amenaza sea el de mayor valor.

De acuerdo con la base de datos *biodiversidad*, portal donde se obtienen las coordenadas de registro de las especies a fin de calcular la pérdida

de área idónea, se encontró que ninguna de las 76 especies se encuentra en el departamento. Debido a ello, se desconoce a qué corresponde el valor de la amenaza para el indicador de pérdida de área idónea (A1) para especies amenazadas y de uso presentado por la TCNCC.

Sin embargo, es preciso considerar que de acuerdo a la Resolución 1912 de 2017, este departamento posee 13 especies en estado de amenaza, tres de las cuales se encuentran en peligro crítico. De estas, solo el *Epinephelus itajara* (Mero guasa) corresponde a una especie de uso, incluso la pesca representa una presión importante para esta especie. Adicionalmente, el deterioro del ecosistema arrecifal ha llevado a la disminución de la población de la especie.

La amenaza con respecto al cambio proyectado de la vegetación natural (A2) es baja. El 49 % del departamento corresponde a ecosistemas naturales (bosque basal, coralino oceánico, manglar y pradera de pastos marinos) en los que predominan el coralino oceánico, el manglar y la pradera de pastos marinos, en tanto la zona de bosque tropical está presente en pequeños fragmentos de la isla (SIAC, 2012). Por ello, pese a que los indicadores de sensibilidad presentan un valor bajo, la realidad del departamento es muy diferente. Los ecosistemas ya transformados, la sobreexplotación, y el deterioro de estos ecosistemas representan el mayor riesgo para las especies y los servicios ecosistémicos pese a que se destaca un porcentaje de 31 % de vegetación secundaria que representa un alto potencial de restauración para lograr amortiguar los daños producidos por la pérdida de cobertura natural.

En adición a esto, según los valores de la TCNCC, al igual que en el Amazonas, las proyecciones para el año 2100 muestran un aumento considerable de la temperatura de 2.0 °C, lo cual presenta un alto riesgo para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (IDEAM et al., 2015).

La amenaza relacionada con el cambio proyectado en la superficie con aptitud forestal (A3) es muy baja. Sin embargo, es importante destacar que el estudio de la TCNCC se realiza con datos registrados en el 2010 y para San Andrés los datos de cobertura de bosque publicados por el IDEAM se registran a partir del año 2012, lo cual

Tabla 4

Resultados presentados por la TCNCC para el departamento de San Andrés

COMPONENTES DEL RIESGO	INDICADOR	CATEGORÍA Y VALOR DEL INDICADOR	CATEGORÍA Y VALOR DEL COMPONENTE DE RIESGO		CATEGORÍA Y VALOR DEL RIESGO
Amenaza	A1	Alta (0.60)	Amenaza muy alta (1.00)	Amenaza muy alta (1.00)	Riesgo alto (0.29)
	A2	Muy baja (0.26)			
	A3	Muy baja (0.10)			
	A4	Muy alta (1.00)			
	A5	Muy alta (1.00)			
	A6	Muy alta (1.00)			
Sensibilidad	S1.	Muy baja (0.10)	Sensibilidad muy baja (0.10)	Vulnerabilidad muy baja (0.10)	Riesgo alto (0.29)
	S2.	Muy baja (0.10)			
	S3.	Muy baja (0.10)			
	S4..	Muy alta (1.00)			
Capacidad Adaptativa	CA1	Muy baja (0.11)	Capacidad adaptativa baja (0.51)		Riesgo alto (0.29)
	CA2	Muy alta (1.00)			

también habría influido en los resultados de sensibilidad relacionados con el porcentaje de bosque del departamento.

Según los resultados publicados por el Inveemar, la tasa de CLC se calculó a partir de imágenes satelitales de 2002-2009 para San Andrés y de 2009-2016 para Providencia y Santa Catalina, lo cual mostró una tasa de cambio de -0,08 y 0,14 m/año respectivamente. A la luz de estos resultados, es posible caracterizar al departamento con una erosión estable, atribuible a cambios intra e inter anuales (Inveemar, 2017).

Dado que el periodo de tiempo de las imágenes satelitales es corto, no es posible realizar una asociación directa de esta erosión con el cambio climático, por lo tanto, en el informe del Inveemar, no se ofrecen proyecciones a 2040 para la zona insular. Sin embargo, en la TCNCC este indicador (A4) se señala con una amenaza muy alta.

Para el caso del cambio proyectado de la cobertura del ecosistema de manglar por el ANM (A5), el valor del indicador es muy alto y corresponde a la proyección del nivel medio del mar que alcanzaría 90 mm al año 2040 a una tasa de 3,2 mm/año (Inveemar, 2017). Los manglares dependen de condiciones específicas para sobrevivir,

lo cual los hace susceptibles al cambio climático, situación que ocasiona que los servicios ecosistémicos que aportan los manglares se vean en peligro, particularmente en su capacidad para actuar como filtros naturales donde los sedimentos procedentes de tierra adentro se van depositando en el fondo, evitando que una gran cantidad de materia orgánica llegue a los arrecifes de coral. Los ecosistemas de manglar no le siguen el ritmo al cambiante nivel del mar cuando la tasa de cambio de la elevación de la superficie de sedimentos de los manglares es excedida por la tasa de cambio del nivel del mar relativo (Gilman et al., 2008).

Adicionalmente, el incremento del nivel del mar hará que los manglares se vean obligados a migrar tierra adentro para sobrevivir. Sin embargo, en la isla de San Andrés esto se observa con mayor dificultad, dado que los asentamientos urbanos rodean los manglares. Dada esta situación, es importante que en los planes de ordenamiento territorial no se extiendan las zonas urbanas hacia donde se encuentran los manglares. Adicionalmente, se deberían incluir zonas de recuperación de estos manglares para evitar su pérdida a largo plazo y, con ello, todos sus servicios.

Con relación a la pérdida de área idónea para especies amenazadas de manglar (A6), en el departamento se presentan cuatro de las siete especies de manglar estudiadas en la TCNCC: *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, para las cuales se determinó una amenaza muy alta a partir del modelo de máxima entropía.

El indicador S3 tiene un resultado muy bajo dado que las actividades extractivas de madera son mínimas y alcanza solo un 0,1 % del PIB. De este, son las actividades relacionadas con el turismo las de mayor participación con un 23,8 % (Dane, 2015b).

El estado de salud del manglar (S4) en el departamento se encuentra en el plan de ordenamiento ambiental de los manglares del archipiélago de San Andrés (Invemar & Coralina, 2009), el cual evalúa aspectos de densidad y altura del manglar, distribución de especies de fauna asociada

Conclusiones

A partir de los resultados analizados, se observó que, si bien el aumento de las temperaturas y los cambios en las precipitaciones podrán modificar los ecosistemas, el comportamiento de las especies y afectar los servicios ecosistémicos, estos cambios se verán drásticamente influenciados por las presiones antrópicas, las cuales constituyen la principal amenaza para estos ecosistemas.

Así mismo, la sensibilidad aumentará en los departamentos con bajo porcentaje de ecosistemas naturales y alta extracción de recursos forestales. Departamentos con alto porcentaje de áreas protegidas y planes de zonificación ambiental podrán aumentar su capacidad adaptativa, dado que en estas áreas es posible implementar medidas de adaptación basadas en ecosistemas (AbE) que promueven la conservación, restauración y conectividad de los ecosistemas, y el uso sostenible de recursos para lograr garantizar a las poblaciones los servicios que ofrece la biodiversidad. Por ende, es importante que las áreas protegidas cuenten con un respaldo mancomunado de las autoridades departamentales y las comunidades que allí habitan para implementar compromisos de conservación que beneficien a todos.

y usos actuales del manglar para priorizar las zonas de importancia ecológica, económica y cultural donde se realizará la restauración. El resultado es una sensibilidad alta, dado el estado de salud de estos ecosistemas.

Por otra parte, la capacidad adaptativa relacionada con las áreas protegidas (CA1) es muy baja, dado que solo el 1,88 % del territorio corresponde a áreas protegidas. Cabe resaltar que el 89 % de estas áreas corresponde al Parque Nacional Natural Old Providence McBean Lagoon, el cual es parte del Sistema Parques Nacionales Naturales (SIAC, 2018).

Para finalizar, todas las áreas de manglar del departamento presentan zonificación aprobada para su manejo y ordenamiento ambiental (CA2) en el documento *San Andrés, Providencia y Santa Catalina* (2009), por lo cual en la TCNCC se le da un valor muy alto.

Cabe destacar que, pese a que se realizó una investigación exhaustiva de la situación actual de los departamentos, en algunos casos no existe claridad sobre el valor asignado a los indicadores de riesgo. En este sentido, ya sea por la carencia de información disponible al público o por la falta de coherencia con la situación actual del departamento, estos indicadores aún poseen un gran grado de incertidumbre.

Como recomendaciones a Parques Nacionales Naturales de Colombia, se propone: 1) realizar la proyección de pérdida de área idónea para las especies valor objeto de conservación de las áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales con el fin de identificar áreas críticas de cambio y fortalecer medidas de AbE como, por ejemplo, los procesos de conectividad de ecosistemas que faciliten la migración de especies hacia las nuevas áreas idóneas o los procesos de restauración sobre áreas degradadas; 2) consolidar los procesos de investigación y monitoreo que pueden darse en alianza con los institutos de investigación, las Corporaciones Autónomas Regionales, la academia, y las comunidades a fin de comprender los procesos de cambio y planificar las acciones que reduzcan la vulnerabilidad

de la biodiversidad ante dichos cambios; 3) continuar el proceso de identificación, caracterización, y valoración integral de los servicios ecosistémicos en las áreas protegidas, esto mediante el análisis de las asimetrías y sinergias que se dan

Referencias

Cardona, O., Van Aalst, M., Birkmann, J., Fordham, M., Mc Gregor, G., Rosa, P., ... & Keim, M. (2012). Determinants of risk: exposure and vulnerability. En C.B Field, V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor & P.M. Midgley (Eds.). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 65-108). Cambridge UP.

Corpoamazonia. (2014). *Determinantes y asuntos ambientales para el ordenamiento territorial en el departamento del Amazonas*. Corpoamazonia. http://www.corpoamazonia.gov.co/files/Ordenamiento/Determinantes/Determinantes_Amazonas.

Dane. (2015a). *Informe de coyuntura económica regional Amazonas*. DANE.

Dane. (2015b). *Informe de coyuntura económica regional San Andrés*. DANE. https://www.dane.gov.co/files/icer/2015/ICER_Amazonas2015.pdf https://www.dane.gov.co/files/icer/2015/ICER_San_Andres2015.pdf

Holdridge, L. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. Agroamérica.

Huxel, G., y Hastings, A. (2008). Habitat Loss, Fragmentation, and Restoration. *Restoration Ecology*, 309-315.

IDEAM.(s.f).MonitoreodelasuperficiecubiertaporBosque Natural. IDEAM. <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/superficie-cubierta-por-bosque-natural>

IDEAM y PNUD. (2014). Vulnerabilidad de la Región Capital a los efectos del cambio climático. IDEAM. <http://www.ideam.gov.co/documents>.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP y Cancillería. (2015). Nuevos escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100. *Tercera Comunicación Nacional de Colombia*.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP & Cancillería. (2017). *Tercera Comunicación Nacional de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*.

Invemar. (2017). *Elaboración del análisis de vulnerabilidad marino costera e insular ante el cambio climático para el país*.

entre servicios, en escenarios actuales y futuros, para no privilegiar a unos en detrimento de otros y a fin de lograr mayor corresponsabilidad en su manejo y aportar insumos para próximos análisis.

Joshi, A. (2015). El cambio climático está provocando grandes cambios en los bosques tropicales. Mongabay. <https://es.mongabay.com/2015/11/el-cambio-climatico-esta-provocando-grandes-cambios-en-los-bosques-tropicales/>

López Rodríguez, A., García, M., Sierra-Correa, P. C., Hernández-Ortiz, M., Machacón, I., Lasso, J., Bent, O., Mitchel A., Segura, C., Nieto, S. & Espriella, J. (2009). Ordenamiento Ambiental de los manglares del Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

Maroschek, M., Seidl, R., & Lexer, M. (2009). Repercusiones del cambio climático en los bienes y servicios proporcionados por los bosques de montaña de Europa. *Unasylva: Revista internacional de silvicultura e industrias forestales*, 76-80.

Munévar, C., & Rojas, M. (2016). Sustracción en zonas de reserva forestal y autonomía administrativa. caso exploración minera Cajamarca-Tolima. *Unaula: Revista de la Universidad Autónoma Latinoamericana*, 11 (22), 53-72.

MADS. (2017). Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 por la cual se establece el listado de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.

Quintero, M., Carvajal, Y., & Aldunce, P. (2012). Adaptación a la variabilidad y el cambio climático: intersecciones con la gestión del riesgo. *Luna Azul*, 257-271.

SIAC. (2012). Mapa de Ecosistemas Generales de Colombia. SIAC. <http://www.siac.gov.co/>

SIAC. (2018). Mapa de áreas protegidas. SIAC. Recuperado el 20 de octubre de 2019 <http://www.siac.gov.co>.

Sierra, Y. (2019). *Minería ilegal: la peor devastación en la historia de la Amazonia*. Mongabay. <https://es.mongabay.com/2019/01/mapa-mineria-ilegal-amazonia>.

Uribe, E. (2015). El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. Naciones Unidas.

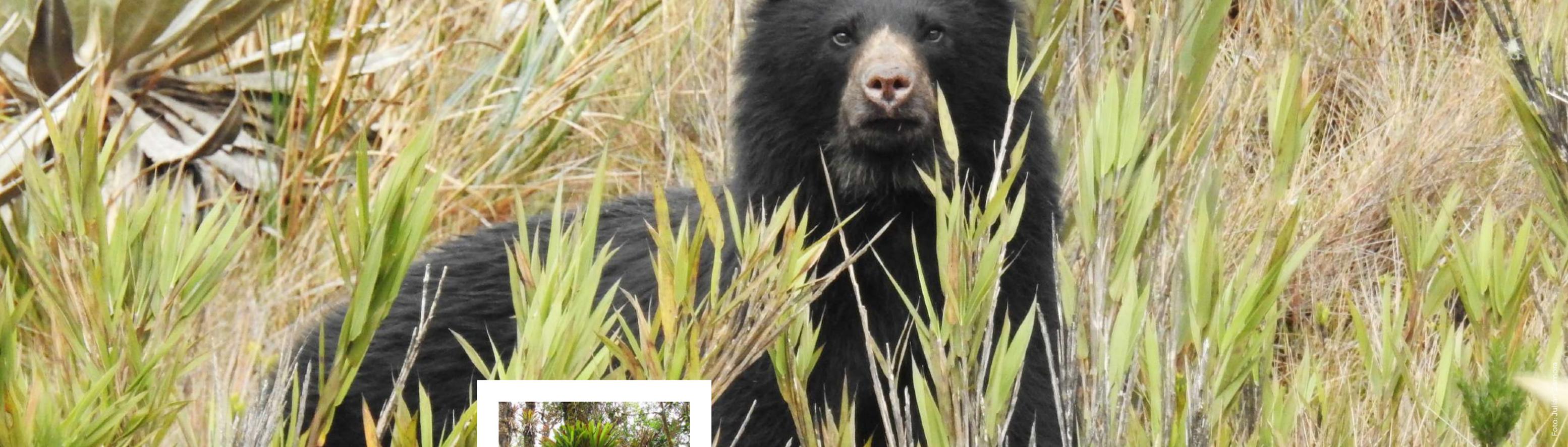


Foto: Julian Zamora



Foto: Ana María Maya

Propuesta de hoja de ruta e indicadores para la evaluación de la implementación de la “Estrategia para la Conservación del oso andino en Parques Nacionales Naturales de Colombia”

Proposal for a Roadmap and Indicators for Evaluation of the Implementation of the “Strategy for the Conservation of the Andean Bear in National Natural Parks of Colombia”

Irene Aconcha Abril
Bióloga. Profesional de investigación y monitoreo. Grupo de Planeación y Manejo. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
irene.aconcha@parquesnacionales.gov.co

Marta Diaz
Bióloga. Asesora Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas. Parques Nacionales Naturales de Colombia
marta.diaz@parquesnacionales.gov.co

Robert Márquez
Biólogo. Coordinador. Alianza para la Conservación del Oso Andino ABCA
marquezoso@gmail.com

Isaac Goldstein
Biólogo. Asesor Senior. Alianza para la Conservación del Oso Andino
igoldsteinaizman@gmail.com

RESUMEN

La “Estrategia Para la Conservación del Oso Andino en Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2016-2031”, tiene como objetivo “minimizar y controlar las amenazas sobre el paisaje y las poblaciones del oso andino, contribuyendo a la sostenibilidad de las poblaciones dentro de las Unidades Núcleo de Conservación” (PNN & WCS, 2018, p. 29). La estrategia cuenta con siete metas que abarcan temas de gestión, generación de recursos y capacidades, priorización e implementación de medidas de manejo y evaluación de la efectividad del manejo. Sin embargo, a la fecha no se contaba con una hoja de ruta para su implementación, ni con indicadores de gestión e impacto que permitan la evaluación de la ejecución y

éxito de las actividades realizadas para el cumplimiento de sus metas. En este trabajo se propone una hoja de ruta para la implementación de la estrategia y 10 indicadores de gestión e impacto para evaluar los avances de la estrategia durante el periodo 2016-2019. Para este periodo, el avance en implementación de la estrategia a escala nacional ha sido del 45 % y, dentro de este, la Unidad Núcleo de Conservación 3 – Tatamá-Farallones-Munchique cuenta con el mayor avance (81,8 %).

Palabras clave: Estrategia de conservación oso andino, Unidades Núcleo de Conservación, Parques Nacionales Naturales de Colombia, hoja de ruta, evaluación, indicadores.

ABSTRACT

The “Conservation Strategy for the Andean Bear in Colombian National Natural Parks, 2016-2031” aims to “minimize and control threats to the landscape and populations of the Andean bear, contributing to the sustainability of populations within the Nucleus of Conservation Units” (PNN & WCS, 2018, p. 29). The Strategy has seven goals that encompasses management issues, generation of resources and capacities, prioritization and execution of management measures, and evaluation of management effectiveness. However, at this time, there was no a roadmap for its implementation, nor management and impact indicators that allowed the evaluation of the execution and success of the activities carried out to meet its goals. This work proposes a roadmap for the implementation of the strategy, and 10 management and impact indicators to evaluate the progress of the strategy during the 2016-2019 period. For this period, progress in the implementation of the strategy at a national scale has been 45 %, and within it, the Core Conservation Unit 3 – Tatamá-Farallones-Munchique has the highest progress (81.8 %).

Keywords: Conservation strategy Andean bear, Core Conservation Unit, Parques Nacionales Naturales de Colombia, roadmap, evaluation, indicators.

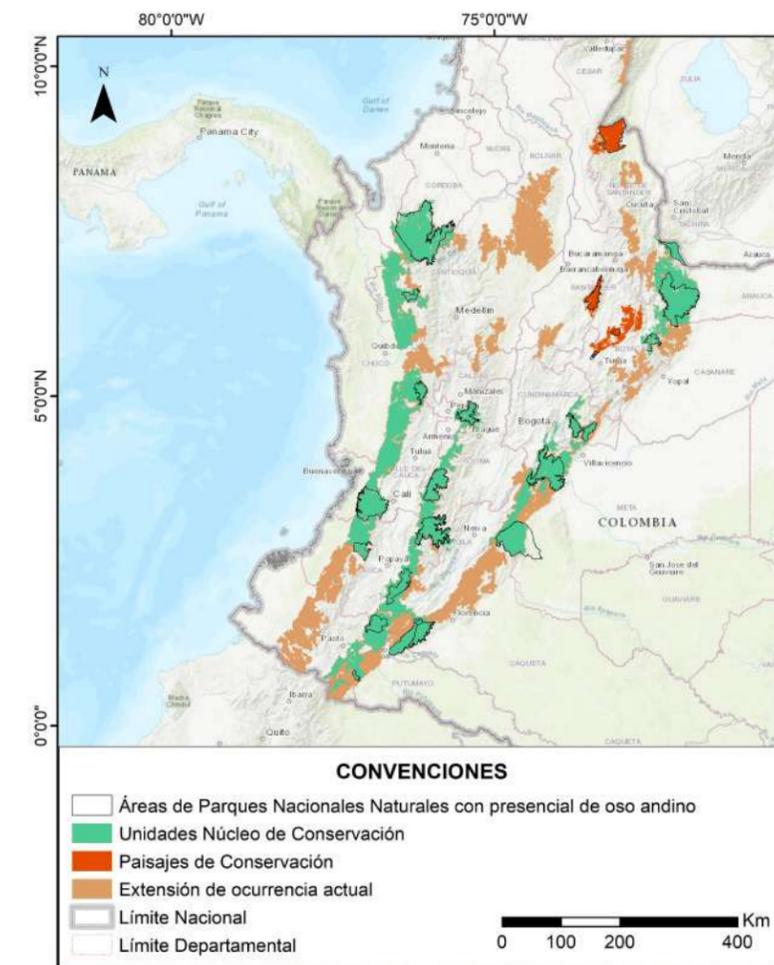
Introducción

El oso andino, el único úrsido presente en Suramérica, está categorizado como vulnerable (VU) para Colombia (UICN, 2017; Resolución 1912 de 2017). La distribución del oso andino en el territorio nacional abarca grandes extensiones de los tres ramales de los Andes, con presencia en 23 áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales (PNN) (PNN & WCS, 2018; reporte del SF Plantas Medicinales

Orito Ingi Ande, 2020). Debido a sus características ecológicas, requerimientos de hábitat, importancia cultural, y funciones ecosistémicas se ha identificado como un Valor Objeto de Conservación (VOC) de sistema, lo que lo posiciona como un elemento articulador, tanto de los diferentes niveles de gestión de Parques Nacionales Naturales, como de procesos

Figura 1

Unidades Núcleo de Conservación de oso andino: 1) Paramillo-Orquídeas; 2) Tama-Cocuy-Pisba; 3) Tatamá-Farallones-Munchique; 4) Nevados- Puracé- Doña Juana; 5) Chingaza-Sumapaz-Picachos



interinstitucionales de conservación de la biodiversidad a nivel regional y nacional.

En el año 2018, Parques Nacionales Naturales, con el apoyo de Wildlife Conservation Society (WCS), publica la *Estrategia para la Conservación del Oso Andino en los Parques Nacionales Naturales de Colombia 2016-2031*, la cual se proyecta implementar en cinco Unidades Núcleo de Conservación (UNC) (Figura 1) y tres paisajes de conservación. La Estrategia tiene como visión: “para el año 2031 las Unidades Núcleo de Conservación, se consolidan como paisajes ordenados y se logra la coexistencia entre los osos y las personas, manteniendo poblaciones viables de oso andino, en donde los PNN se constituyen ejes fundamentales de estas unidades” (p. 29). Para esto, se plantea el desarrollo de actividades en siete metas: 1) Gestión Interinstitucional; 2) Planificación Presupuestal; 3) Capacitación; 4) Educación y Comunicación Ambiental; 5) Conocimiento y Manejo Adaptativo; 6. Ordenación y Manejo; y 7) Desarrollo Sostenible. La Estrategia establece las temporalidades en las cuales se podrían desarrollar las acciones dentro de cada una de las metas (corto, mediano, largo plazo), pero esto no implica un orden de ejecución específico. Metas tales como la gestión institucional y capacitación se pueden ejecutar en cualquier momento (PNN & WCS, 2018).

Durante el periodo 2016-2020, se han realizado actividades en cuatro UNC y un paisaje de conservación, en el marco de proyectos a escala de paisaje tales como “Conservamos La Vida”, el proyecto “Genómica para la conservación del oso andino en Colombia”, y las actividades desarrolladas en el marco del Convenio Interadministrativo 1404-2015 (CAR), No. 200-12-19-411 (Corpoguvio), firmado entre la Dirección Territorial Orinoquía y seis Corporaciones Autónomas Regionales. Estos proyectos vinculan importantes aliados público-privados, incluyendo las Corporaciones Autónomas Regionales CAR, CORMACARENA, C O R P O B O Y A C , C O R P O C H I V O R , CORPOGUAVIO, CORPORINOQUIA, CVC, el Instituto Alexander von Humboldt, la Fundación

Grupo ARGOS, la Fundación Smurfit Kappa, Wildlife Conservation Society - Colombia y la Alianza para la Conservación del Oso Andino (ABCA). Los avances en cada UNC son independientes entre sí, dependiendo de las necesidades y capacidades institucionales y financieras.

Tanto la formulación de la Estrategia como su implementación está orientada bajo los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación (Conservation Measures Partnership, 2013). Los Estándares orientan la formulación, implementación, monitoreo, seguimiento y retroalimentación de proyectos de conservación, bajo el enfoque del manejo adaptativo. El proceso incluye un análisis de los resultados y supuestos que condujeron el desarrollo del proyecto, así como los aspectos logísticos y operativos. Para evaluar la efectividad de las acciones de manejo implementadas se incluye un componente de monitoreo que requiere la formulación de indicadores medibles; a partir de sus resultados se realizan los ajustes necesarios para las etapas subsecuentes y la retroalimentación de las actividades y procesos a realizar (UICN/SSC, 2008; Conservation Measures Partnership, 2013).

Con base en las diferentes fases de implementación y las experiencias desarrolladas en las UNC, y dada la necesidad de contar con un esquema que oriente la implementación de la estrategia, en este trabajo se construyó una hoja de ruta para facilitar esta implementación. Así mismo, la evaluación del éxito de la Estrategia y las acciones de manejo implementadas requieren de indicadores de avance y gestión que permitan conocer la efectividad de su implementación y reorientar las acciones si es requerido. Para esto, se consolidaron indicadores con el fin de evaluar la implementación y el impacto de las acciones referentes en cada una de las metas. Posteriormente, mediante la implementación de los indicadores propuestos, se evaluaron los avances de la implementación de la Estrategia para el periodo 2016-2019 y se plantearon algunas consideraciones para los próximos pasos.

Métodos

Tomando como marco de referencia hojas de ruta relacionadas con procesos orientados a la toma de decisiones en conservación (Conservation Measures Partnership, 2013; Murphy & Weiland, 2014), y vinculando la experiencia de la implementación de las actividades ejecutadas en el marco de la alianza “Conservamos la Vida”, se formuló una hoja de ruta de 12 pasos (Figura 2) con el fin de orientar las acciones requeridas para la ejecución del plan estratégico y así cumplir las metas y el objetivo de la Estrategia. Para esto: 1) se generó una lista de pasos/resultados intermedios, requeridos para alcanzar las metas planteadas; 2) se estableció la secuencia y conexión entre los pasos/resultados, basados en la necesidad de pasos/resultados anteriores; 3) se ponderaron todas las conexiones posibles y se incluyeron en la hoja de ruta solo las conexiones priorizadas, con el fin de generar un diagrama sencillo.

Resultados y discusión

Hoja de ruta

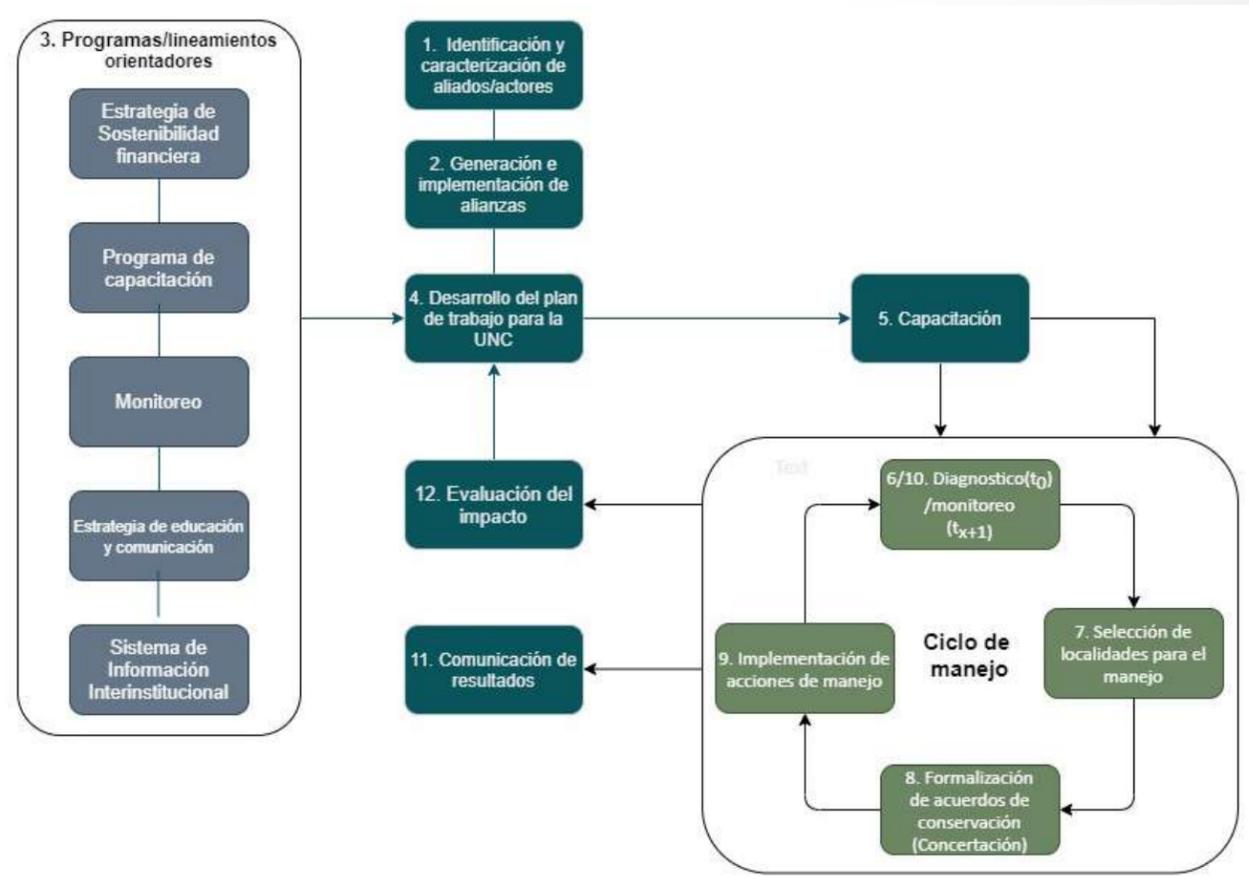
La hoja de ruta formulada (Figura 2) considera los pasos requeridos para desarrollar el plan estratégico de la Estrategia. Esta hoja de ruta inicia por: 1) identificar y la caracterizar aliados y actores; 2) conformar las alianzas para el desarrollo de actividades en cada UNC; 3) desarrollar programas base de la Estrategia, como lo son la estrategia de sostenibilidad financiera, el programa de capacitación de actores gubernamentales, el programa de monitoreo y la estrategia de comunicación/educación. Estos documentos permitirán orientar el desarrollo de la estrategia en cada UNC; 4) construir un plan de trabajo general en el marco de las alianzas para cada uno de los núcleos, el cual debe considerar las posibles acciones de manejo y conservación a desarrollarse en cada uno; deben considerarse planes de trabajo anuales y planes específicos de cada aliado, con lo cual se aseguraría la continuidad del proceso a corto plazo; 5) generación de capacidades, con énfasis en los actores gubernamentales, con el fin de realizar

Del mismo modo, se establecieron indicadores cuantitativos para evaluar el avance en los procesos (indicadores de gestión) y los cambios obtenidos acorde a las actividades de manejo y conservación de las metas planteadas en la Estrategia (indicadores de impacto). Para generar los indicadores: 1) se identificaron cada una de las metas y la intención de la medición; 2) se revisaron alternativas de medición cuantitativas y espacialmente explícitas; 3) se determinó la posibilidad de realizar la medición; 4) se seleccionaron las medidas más adecuadas para la medición. Finalmente, con base en los indicadores formulados, se analizaron los avances de implementación de la Estrategia para el periodo 2016-2019 y se plantearon algunas consideraciones para los próximos pasos.

el levantamiento de información y desarrollo de actividades bajo los mismos estándares y protocolos en todas las UNC. Las capacitaciones pueden realizarse cuando sean necesarias, pero se recomienda que estas se realicen antes del inicio del ciclo de manejo (Figura 2); 6) diagnosticar el estado de las poblaciones de oso andino y sus amenazas, incluyendo la interacción negativa oso-gente, lo cual permite orientar los próximos pasos; 7) seleccionar localidades en las cuales se requieren acciones de manejo para aumentar la ocupación de la especie y la conectividad de las áreas silvestres, así como disminuir las interacciones negativas; 8) formalizar acuerdos de conservación con los propietarios de los predios seleccionados en cada una de las localidades definidas; 9) implementar acciones de manejo articuladas con los instrumentos de ordenamiento del territorio y las estrategias de manejo de Parques Nacionales Naturales y los aliados, esto con el fin de mejorar el estado de la especie, incrementar su hábitat y reducir sus amenazas; 10) monitorear el estado de las poblaciones de oso y sus amenazas de modo que

Figura 2

Hoja de Ruta para la implementación de la estrategia de conservación de oso andino en Parques Nacionales Naturales



se pueda evaluar la efectividad y el impacto de las acciones de manejo implementadas en los predios seleccionados de cada localidad; 11) comunicar y divulgar los resultados obtenidos en cada etapa, con la divulgación de los resultados obtenidos una vez es finalizando el ciclo de manejo; 12) evaluar el impacto de las acciones implementadas y el eventual ajuste del plan de trabajo con el objetivo de mejorar el siguiente ciclo de manejo.

En cuanto a la duración de la ejecución de la hoja de ruta propuesta, la experiencia hasta la fecha, en el marco de la alianza “Conservamos la Vida”, indica que toda la hoja de ruta se puede realizar en un periodo de cinco años (“Conservamos la Vida”, 2016). El tiempo de duración de la implementación de la hoja de ruta puede variar dependiendo de las condiciones, avances y eventualidades particulares de cada

núcleo. Considerando que la Estrategia fue concebida a 15 años, y con un ciclo posible de ejecución de cinco años, la Estrategia puede ser evaluada y retroalimentada a tres temporalidades, corto plazo (hasta el 2020), mediano plazo (hasta el 2025) y largo plazo (hasta el 2030). La evaluación en estos plazos permite realizar los ajustes sobre la planificación de actividades y mejorar la eficiencia y efectividad en la implementación de la estrategia en cada una de las UNC.

Indicadores

Se generaron 10 indicadores con el fin de evaluar el avance en el desarrollo de la estrategia, así como el alcance de las acciones de manejo y de conservación planteados en cada UNC y de la estrategia en general. Estos indicadores son los siguientes:

Porcentaje de avance de la hoja de ruta en las UNC: refiere al porcentaje de pasos de la hoja de ruta desarrollados en cada núcleo considerando que las acciones pueden haber sido cumplidas, estar en progreso, o sin avance. El avance general de la estrategia será el porcentaje promedio de todas las unidades núcleo de conservación.

Porcentaje de área de las UNC con acuerdos y/o alianzas: la gestión institucional busca generar acuerdos entre varias instituciones para el desarrollo de la estrategia. Estas garantizan que se tenga impacto en la conservación y manejo de las poblaciones de oso andino para cada núcleo. Este indicador señala el impacto potencial de las alianzas dado el porcentaje de área de las UNC cubierto por la jurisdicción de los entes gubernamentales.

Porcentaje de UNC con plan de trabajo formulado y/o en implementación: como paso inicial de las alianzas establecidas en cada UNC, la formulación de planes de trabajo conduce a una adecuada planificación de las actividades y distribución de roles y recursos a corto, mediano y largo plazo. El indicador se estima a partir del porcentaje de cada una de las UNC que cuentan con plan de trabajo formulado y/o en implementación.

Porcentaje de área de las UNC con actores gubernamentales capacitados: la meta de capacitación tiene como resultado principal que todos los actores gubernamentales de cada núcleo estén capacitados para contar con criterios técnicos homogéneos en su implementación. Cada UNC cuenta con actores con roles específicos. Este indicador se estima a partir del área cubierta acorde con la representatividad de instituciones vinculadas a las actividades de capacitación en la UNC.

Porcentaje de área de las UNC con actividades de comunicación y educación ambiental implementadas: este indicador muestra la extensión de área donde se han realizado actividades con grupos focales previamente definidos, en el marco de la implementación de la Estrategia de Comunicación y Educación en cada UNC, respecto al total de área estimada con requerimiento de actividades de educación y capacitación.

Porcentaje de área de las UNC con evaluación del estado del oso andino: el monitoreo del estado poblacional del oso andino mediante

modelos de ocupación genera la información base para definir acciones de manejo requeridas en cada una de las UNC, actividades desarrolladas en el marco de la meta de conocimiento y manejo adaptativo. Este indicador se calcula evaluando el porcentaje de área de cada una de las UNC donde se cuenta con un diagnóstico de la ocupación.

Porcentaje de área de las UNC con diagnóstico de amenazas y evaluación de las interacciones negativas oso-gente: el análisis de las presiones y de las interacciones negativas entre los osos y las personas junto con el diagnóstico de la ocupación mencionado en el punto anterior aportan al análisis de la selección de localidades para realizar acciones de manejo. Este indicador se calcula mediante el porcentaje de área de cada una de las UNC donde se cuenta con el diagnóstico de presiones y la interacción oso-gente.

Porcentaje de área de las UNC con requerimiento de manejo que ha sido impactada: este indicador está relacionado con las metas de desarrollo sostenible y la meta de ordenación y manejo. El área impactada corresponde a las localidades seleccionadas para implementar acciones relacionadas con el manejo de predios, con el fin de incrementar el hábitat potencial de la especie, reducir las amenazas y mejorar la coexistencia entre los osos y las personas. El indicador muestra el porcentaje de área de la UNC asociada a las localidades seleccionadas en las cuales se han implementado actividades de manejo.

Cambio en la tolerancia (voluntad de coexistir) de las comunidades sobre la coexistencia con el oso andino en cada localidad y UNC: un aspecto fundamental para la conservación de poblaciones de oso a largo plazo en los núcleos es una actitud positiva de la gente hacia la presencia de la especie. El incremento en la voluntad de la gente de coexistir con el oso es el resultado del impacto de las actividades de educación ambiental y la reducción de la vulnerabilidad ante la presencia del oso, a través del mejoramiento de actividades productivas. Este indicador se calcula evaluando el cambio en la tolerancia de la gente, basados en los resultados del diagnóstico de la interacción oso-gente, en la totalidad de la UNC y en las localidades de trabajo. Finalmente, esto permite evaluar el impacto de las actividades en cuanto a la voluntad de las personas de cohabitar con la especie.

Tabla 1

Evaluación de los avances de la implementación de la Estrategia de Conservación de oso andino en PNN, a nivel global y por UNC, para el periodo 2016-2019, a partir de la batería de indicadores propuestos

INDICADOR	OBJETO DE MEDICIÓN	UNIDAD NÚCLEO DE CONSERVACIÓN					ESTADO ESTRATEGIA
		1	2	3	4	5	
Indicador 1. % de avance de la hoja de ruta en las UNC	UNC	0	45,5	81,8	22,7	45,5	45%
Indicador 2. % de área de las UNC con acuerdos y/o alianzas	Instituciones	0	85,6	40,7	40,4	90,2	51,40%
Indicador 3. % de UNC con plan de trabajo formulado y/o en implementación	UNC	0	0	1	0	0	20%
Indicador 4. % de área de las UNC con actores gubernamentales capacitados	Instituciones	0	46,5	40,7	20,2	67,3	34,90%
Indicador 5. Porcentaje de área de las UNC con actividades de comunicación y educación ambiental implementadas	Localidad	0	0	57,1	0	0	11,42
Indicador 6. % área con evaluación del estado del oso andino	UNC	0	100	100	13,7	77,6	58,30%
Indicador 7. % de área de las UNC con diagnóstico de amenazas y evaluación de las interacciones negativas oso-gente	UNC	0	0	40,7	2,4	0	8,60%
Indicador 8. % de área de las UNC con requerimiento de manejo que ha sido impactada	Localidad	-	-	57,1	-	-	_*
Indicador 9. Cambio en la tolerancia (Voluntad de Coexistir) de las comunidades sobre la coexistencia con el oso andino en cada localidad y UNC	UNC / Localidad	-	-	-	-	-	_*
Indicador 10. Cambio en el porcentaje de área ocupada por el oso andino en cada UNC	UNC / Localidad	-	-	-	-	-	_*

Nota: * No se cuenta con la información para calcular el indicador dada la temporalidad del monitoreo.

Cambio en el porcentaje de área ocupada por el oso andino en cada UNC: este indicador evalúa el cambio en el estado de las poblaciones de oso andino relacionado con la conservación de sus poblaciones viables. Se calcula al determinar la diferencia del área ocupada entre la base estimada en el diagnóstico y los resultados del monitoreo más reciente, a lo largo de la UNC y en las localidades de trabajo priorizadas.

Usando los indicadores desarrollados, se evaluó el avance de la Estrategia, para el periodo 2016-2019 (Tabla 1; Figura 3). Se detalla el análisis de seis indicadores a manera de ejemplo en la evaluación del avance e impacto.

Porcentaje de avance en hoja de ruta de las UNC: el valor general de avance para la Estrategia es de 45 % (Tabla 1), el cual refleja las actividades realizadas en todas los núcleos, con excepción de la UNC Paramillo-Orquídeas. En el análisis de avance general muestra que se requiere la culminación de programas asociados a varias de las metas como la Estrategia de Sostenibilidad Financiera y la Estrategia de Comunicación y Educación Ambiental. Si bien se cuentan con avances en los núcleos, la sostenibilidad a largo plazo de la estrategia requerirá de estos productos. Dado que el avance del 45 % se ha desarrollado en 1/3 del tiempo proyectado para la implementación de la Estrategia y se tiene

progreso en cada una de las actividades a corto plazo mencionadas, se estima que el avance es satisfactorio.

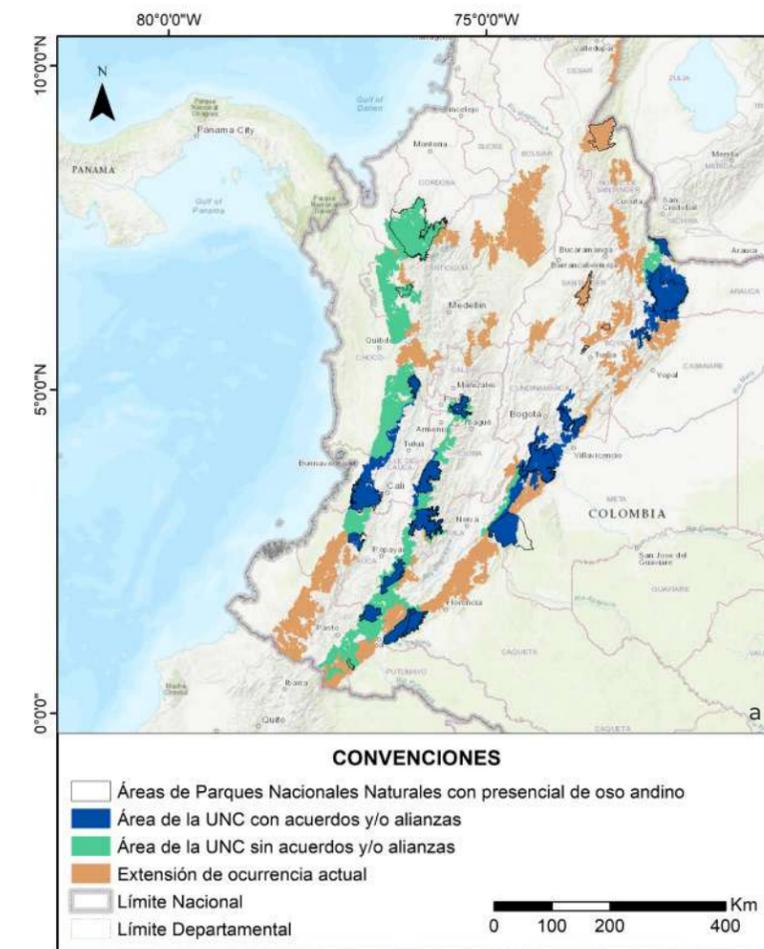
Porcentaje de área de UNC con acuerdos y/o alianzas: existen acuerdos de gestión en cuatro de las cinco UNC (Figura 3a), en el marco de los proyectos Conservamos la Vida y las actividades desarrolladas en el marco del Convenio Interadministrativo 1404-2015 (CAR), No. 200-12-19-411 (Corpoguvio) firmado entre la DTOR y seis Corporaciones Autónomas Regionales (Parraromero et al., 2019). Sin embargo, el porcentaje general de área con acuerdos a finales del 2019 para toda la estrategia es de solo 51,4 % (SD=37,3) (Tabla 1; Figura 3a), evidenciando que existe una gran variabilidad en el área que se encuentra bajo

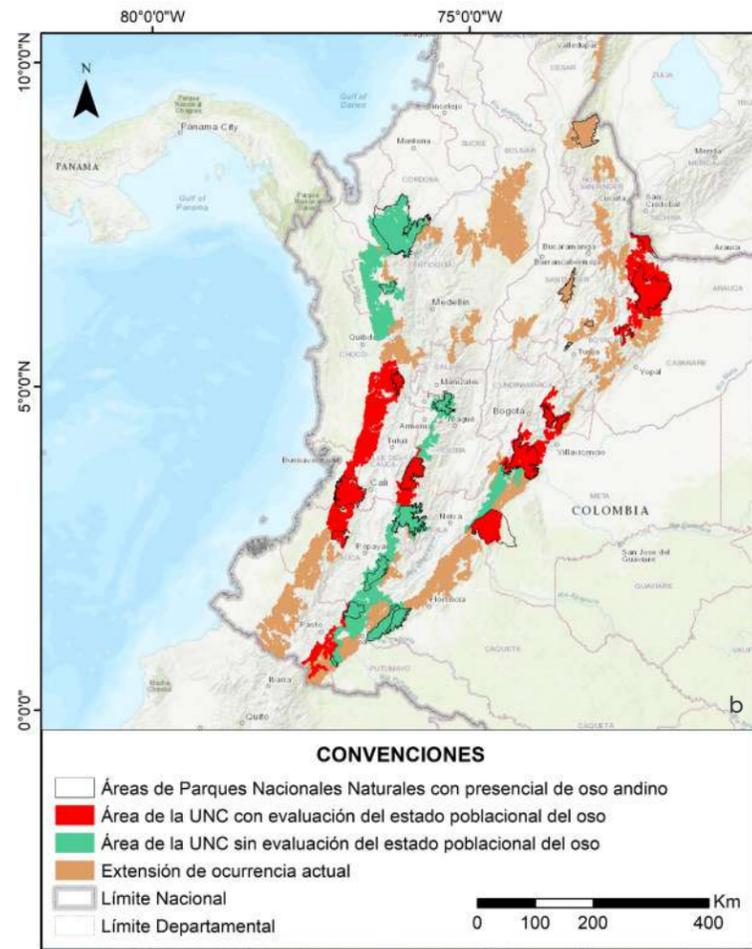
alianzas entre las diferentes UNC, y la representatividad parcial en algunos núcleos que cuentan con alianzas. Así, por ejemplo, en la UNC Tamá-Cocuy-Pisba el 85,6 % de su área cuenta con acuerdos de gestión, mientras que en la UNC Tatamá- Farallones-Munchique solo el 40,7 % de su área es parte de la alianza “Conservamos la Vida”. Es importante considerar la incorporación a largo plazo dentro de esta alianza de instituciones como la Corporación Regional del Choco (CORDECHOCO) y la Corporación Regional del Cauca (CRQ), en caso de requerirse la implementación de actividades de manejo en sus jurisdicciones.

Porcentaje de área de UNC con plan de trabajo formulado y/o en implementación: a 2019, solo la

Figura 3

a) Porcentaje de área de UNC con acuerdos y/o alianzas; b) porcentaje de área de las UNC con evaluación del estado poblacional del oso. Unidades Núcleo de Conservación: 1) Paramillo- Orquídeas; 2) Tama- Cocuy- Pisba; 3) Tatamá- Farallones; 4) Nevados- Puracé- Doña Juana; 5) Chingaza- Sumapaz- Picachos





UNC Tatamá-Farallones-Munchique cuenta con un plan de trabajo formulado y en implementación en el marco de la alianza “Conservamos la Vida”. Este es equivalente al 20 % (SD=44,7) del total del área de los núcleos. Si bien en otras unidades se cuentan con avances, estos no responden a un plan de trabajo coordinado entre todos los actores de las mismas. En el 2020 se dio inicio a la ampliación de la alianza “Conservamos la Vida” para la UNC Nevados-Puracé-Doña Juana.

Porcentaje de área de UNC con actores gubernamentales capacitados: el impacto para este indicador es de 34,9 %, (SD=25,7) el cual abarca cuatro núcleos. Desde el 2016, con el apoyo de WCS se ha avanzado en las capacitaciones. En el 2020, con el apoyo de ABCA, se realizaron capacitaciones que incluyeron varios actores gubernamentales, principalmente involucrados en el desarrollo de actividades de diagnóstico del estado de conservación y amenazas potenciales sobre la especie.

Porcentaje de área de las UNC con actividades de comunicación y educación ambiental implementadas: el área impactada con actividades de comunicación y educación, que coinciden con las acciones priorizadas de la Estrategia, corresponde al 11,4 % (SD=25,5). Esto se debe a que muchas de estas acciones no se encuentran aún articuladas en la estrategia de educación y comunicación ambiental.

Porcentaje de área con evaluación del estado del oso andino: Para establecer el estado de las poblaciones de oso andino en cada núcleo, se han construido modelos de ocupación (Figura 3b), en 58,3% (SD=4,81) del área correspondiente a todas las UNC, donde los avances se tienen para las UNC 2, 3 y 5. La generación de estos modelos ha sido posible dada la representatividad de los datos tomados en campo, que incluyen varias zonas de las UNC.

Conclusiones

La propuesta de hoja de ruta orienta la identificación los pasos y las actividades requeridas, el ámbito de las actividades y las instituciones responsables para la implementación de la estrategia. Los indicadores propuestos en este trabajo permiten determinar, de manera cuantitativa y espacialmente explícita, cambios progresivos hacia la consecución de los objetivos de manejo y conservación. Estas herramientas

permitirán, tanto a Parques Nacionales Naturales como a las instituciones aliadas, la evaluación de efectividad de la Estrategia y el ajuste de los procesos y las acciones para la adecuada implementación de la misma a corto, mediano y largo plazo, lo cual redundará en la conservación del oso andino en el ámbito de responsabilidad de las UNC y las alianzas allí realizadas.

Referencias

Conservation Measures Partnership. (2013). *Estándares Abiertos para la práctica de la conservación*. Version 3.0. 2013. African Wildlife Foundation, The Nature Conservancy, Wildlife Conservation Society, World Wildlife Fund.

Conservamos la Vida: Patrones de ocupación y diagnóstico de paisaje de conflicto oso andino (*Tremarctos ornatus*) y la gente en la Unidad Núcleo de Conservación Tatamá-Farallones- Munchique, 2016. (s.f.). Documento en elaboración.

Resolución No. 1912. (2017).

<https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/75-res%201912%20de%202017.pdf>.

Murphy, D. D. & Weiland, P. S. (2014). Science and structure decision making: fulfilling the promise of adaptive management for imperiled species. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 4(3), 200-207.

Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2015). *Selección de Valores Objeto de Conservación a nivel del sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia*. Subdirección de Gestión y Manejo de

Áreas Protegidas, Grupo de Planeación y Manejo, Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Parques Nacionales Naturales de Colombia & Wildlife Conservation Society. (2018). *Estrategia para la Conservación del Oso Andino en los Parques Nacionales Naturales de Colombia (2016-2031)*. Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Parra-Romero, A., Zamudio-López, J. E., Camargo-Cárdenas, J. E., Palacios-Medina, C. R., Torres L. F., Castro, E. H., Espíndola, J., Meneses H., Vera-Villamizar, L. E., Moreno-Gutiérrez, S. A., López-Velandia, O. E., Saénz, F., Rodríguez, M., Franco, N. G., Clavijo-Ríos, C., No. 1504-2015 Rivera-Torres, C. Y., López-Orjuela, H., Pachón- Bejarano G. A., Jiménez-Palomo, G. S. ... WCS. (2019). *Ocupación del oso andino (Tremarctos ornatus) en la región centro-norte de la Cordillera Oriental de Colombia*.

IUCN/SSC. (2008). *Strategic Planning for Species Conservation: A Handbook*. Version 1.0. IUCN Species Survival Commission.

Vélez-Liendo, X. & García-Rangel, S. (2017). *Tremarctos ornatus (errata version published in 2018)*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T22066A45034047.en.52> <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T22066A45034047.en>

Guía de autores para la publicación en revista In Situ

Todos los manuscritos enviados a la revista deben estar en español con el fin de asegurar un mayor rango de difusión dentro de las áreas protegidas. El estilo del manuscrito se debe adecuar a los requerimientos propios de cualquier publicación científica. La cohesión, la claridad y la concisión son esenciales para asegurar la legibilidad y correcto entendimiento de los textos a publicar. Del mismo modo, la ortografía y gramática de los manuscritos deberá ajustarse a las reglas de la Real Academia de la Lengua Española.

Especificaciones de formato

Configuración de la página: cada manuscrito debe estar en hoja tamaño carta y configurado del siguiente modo: márgenes de 2,5 cm, interlineado 1,5 y alineación hacia la izquierda (incluyendo título y referencias). En caso de usar numeración, esta debe aparecer en la parte inferior derecha de la página.

Formato de texto: la fuente de los manuscritos debe ser Times New Roman, tamaño 12 puntos. Los artículos deben tener una extensión máxima de 14 páginas incluyendo tablas, figuras y anexos. Los niveles de títulos y subtítulos, así como las tablas y figuras deben venir acordes a lo establecido en las normas APA 2020 (Manual de Publicaciones de la American Psychological Association, Séptima Edición). Evitar el uso de negritas o subrayados en el texto.

Figuras y tablas: entiéndase figuras como gráficas, fotografías, diagramas e ilustraciones. Las figuras que corresponden a gráficos en Excel deben venir en escala de grises. Tanto las figuras como las tablas deberán ser insertadas en el texto y venir en formato editable. Todas las figuras deben aparecer sin abreviación (p.ej., Figura 3 o Tabla 1) siguiendo un estricto orden ascendente.

Adicionalmente, estas deberán ser enviadas en un archivo editable aparte cuyo nombre corresponda con el nombre asignado en el texto. Si las figuras corresponden a fotografías, estas deben estar en formato tiff, jpg o png con una

resolución de 300 dpi. Evitar el uso de tramas, efectos tridimensionales, marcos, etc.

Uso de itálica/cursiva: los nombres científicos de géneros, especies y subespecies deben aparecer en cursiva (itálica). Proceda de la misma forma con los términos en otro idioma.

Uso de números: escribir los números del uno al diez siempre con letras. La única excepción son aquellos casos en que estos preceden a una unidad de medida (por ejemplo, 19 cm) o aquellos casos en que aparecen como marcadores (por ejemplo, parcela 4, trampa 5, estación 6, muestra 7). Los números mayores a diez deben ser escritos en números arábigos (si en el mismo párrafo se utilizan cifras menores a diez y cifras mayores a diez, todas deben ir en números arábigos).

Puntos cardinales y coordenadas: los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) en español siempre deben ser escritos en minúscula, a excepción de sus abreviaturas N, S, E, O. Sin embargo, cuando estos son usados como puntos o hacen parte de un nombre propio deberá escribirse la primera letra en mayúscula (por ejemplo, cordillera Oriental). Las coordenadas geográficas deben seguir este modelo: 04°35'51" N -52°23'43" O. La altitud geográfica se debe expresar acorde al ejemplo: 1180 m s.n.m. y en inglés 1180 m a.s.l.

Otros aspectos a tener en cuenta:

Los pies de páginas deben ser destinados únicamente para el desarrollo adicional de ideas o para efectos de clarificar información contenida en el cuerpo de texto. No deben ser usados para citar referencias bibliográficas.

La primera mención de una sigla debe estar siempre acompañada de su significado. Para usos posteriores, basta con usar la sigla. En el resumen, no usar siglas.

Respecto a las abreviaturas y sistema métrico decimal, utilice las normas del Sistema Internacional de Unidades (SI). En este sentido, se deberá dejar un espacio libre entre el valor

numérico y la unidad de medida (p. ej., 450 km, 17 °C).

Usar un punto para separar los millares, millones, etc. (por ejemplo 650.000). Utilizar comas para separar cifras enteras de decimales (por ejemplo, 4,6790). Para el caso del inglés, los decimales se separan con puntos (por ejemplo: 3.1416).

Los nombres de los meses y días se escriben con la primera letra en minúscula. El formato de horas debe ser acorde a la hora militar.

Secciones del manuscrito

Los manuscritos deben tener una extensión de máximo ocho páginas de texto (excluyendo tablas y figuras) y estructurados conforme a las siguientes secciones:

Título: debe dar una visión del contenido del manuscrito, ser explicativo y conciso.

Listado de Autores: incluir nombres completos, cargo (si es de PNN) o afiliación y correo electrónico.

Resumen/ abstract: máximo 200 palabras que abarquen el contenido del manuscrito: objetivos, métodos, resultados y conclusiones. Un resumen en inglés (abstract) debe acompañar también el texto.

Palabras clave/ keywords: máximo cinco palabras clave en orden alfabético. Estas deben ser

complementarias al título del artículo y deben estar tanto en español como en inglés.

Introducción: abarca la presentación del tema y da el contexto del desarrollo del manuscrito. Los objetivos deben quedar establecidos en este ítem.

Métodos: detalla el procedimiento que fue utilizado para cumplir el objetivo; incluye materiales, lugar, fechas, métodos estadísticos, etc. La información consignada en esta sección debe permitir que otros puedan replicar el trabajo.

Resultados y discusión: presentar los hallazgos de manera organizada y destacar los aspectos más relevantes o novedosos del trabajo, explicando los resultados principales y su relación (o aportes) para el manejo del área protegida o territorio.

Conclusiones: presenta una síntesis de la investigación además de su impacto posible para el manejo del área protegida o territorio en cuestión.

Agradecimientos: espacio para mencionar aquellos actores que apoyaron la investigación.

Referencias: seguir las normas de citación APA 2020, Séptima Edición. Incluir solamente las citas mencionadas en el texto, en orden alfabético, por autores y en orden cronológico para un mismo autor. En caso de contar con varias referencias de un mismo autor(es) en el mismo año, añadir las letras a, b, c, etc. al año. No abreviar los nombres de las revistas.

Invitación para apoyar la investigación en Parques Nacionales Naturales De Colombia

En el marco del Plan Estratégico Institucional 2020-2023, el eje estratégico 1, Mejorar la efectividad del manejo del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, establece que para la toma de decisiones y para Incrementar el porcentaje de Efectividad de Manejo es importante desarrollar la investigación y el monitoreo como uno de los elementos que permiten operativizar el eje estratégico, principalmente en lo referido a la generación de información sobre las presiones y los servicios ecosistémicos.

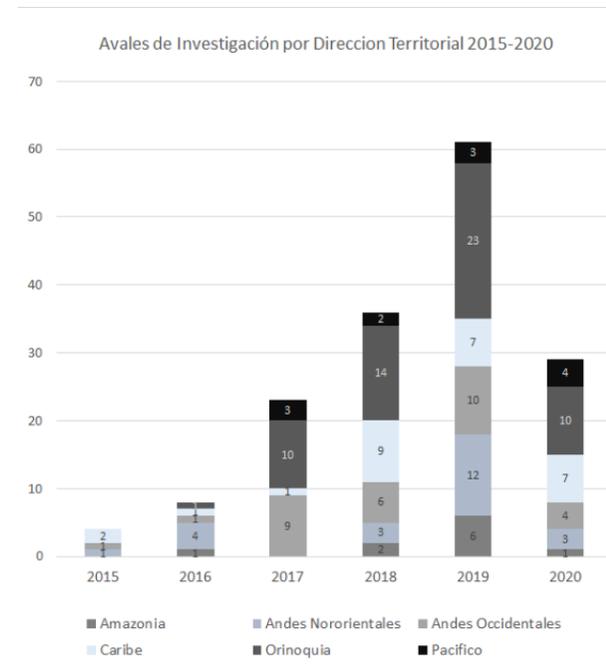
De otra parte, el eje estratégico 6, Fortalecimiento institucional del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, que tiene como propósito "Fortalecer y mejorar la gestión institucional, por medio de la implementación de Modelo Integrado de Planeación y Gestión", propone siete dimensiones, donde la de Evaluación de Resultados, Información y comunicación, Gestión del Conocimiento e Innovación parte de un insumo en común, la calidad de la información, para monitorear o evaluar una situación específica que permita tomar decisiones acertadas para la generación de conocimiento e innovación. En la dimensión de Direccionamiento estratégico y planeación se destaca la estrategia nacional de monitoreo del Sistema de Parques Nacionales Naturales cuyo objetivo principal es:

Establecer un plan para diseñar y poner en marcha procesos de monitoreo de manera integrada a la planificación de las áreas protegidas y en concordancia con el seguimiento de la gestión. Para PNNC, hoy en día el monitoreo se constituye en un reto que hace parte de la organización estratégica y la expectativa es que sus resultados estén encaminados a mejorar el desempeño y la calidad del manejo.

En el contexto anterior, Parques Nacionales Naturales asume la gestión del monitoreo y la investigación científica como un insumo indispensable para el manejo y la toma de decisiones de cada una de las áreas protegidas y, en

general, de la entidad. De ahí que esta posibilidad esté abierta para ser desarrollada en conjunto con actores estratégicos como universidades, ONG, institutos de investigación, comunidades étnicas, comunidades locales, etc., de tal forma que se articulen las diferentes fortalezas y experticias de estos actores a fin de generar y producir conocimiento sobre las áreas protegidas. Para promover dicha articulación, desde el año 2015 la entidad promueve los avales de investigación como herramienta que formaliza y autoriza las acciones de investigación y monitoreo llevadas a cabo en conjunto por las áreas protegidas y actores estratégicos (academia, ONG, entre otros). Como lo demuestra la gráfica general, esta estrategia ha sido todo un éxito. Los detalles para la gestión de un aval de investigación se presentan en la infografía.

En esta oportunidad, Parques Nacionales Naturales de Colombia desea extender una invitación a los estudiantes de pregrado y posgrado, entidades e instituciones para que



desarrollen sus proyectos de investigación en conjunto con los equipos de trabajo que existen en las diferentes áreas protegidas, Direcciones Territoriales y Nivel Central. La articulación de los portafolios de investigación y programas de monitoreo con los intereses particulares de cada investigador contribuirán en la generación de información de vital importancia que oriente la toma de decisiones en

cada área protegida y, por esa vía, contribuya con la conservación de la biodiversidad, cultura y servicios ecosistémicos del país.

Para mayor información, comunicarse con los siguientes correos:

monitoreo.central@parquesnacionales.gov.co
irene.aconcha@parquesnacionales.gov.co



