

## Artículo

# Vertebrados amenazados en las Áreas Naturales Protegidas del Pacífico colombiano

## Threatened vertebrates in Colombian Pacific Natural Protected Areas

María Fernanda Loaiza-López<sup>1</sup> , Kelly Johana Molina-Betancourt<sup>1</sup> ,  
Adrián Marcelo Franco-Vásquez<sup>2</sup> , Laura Maria Barajas-Rebolledo<sup>3</sup> ,  
M. Silvana Cárdenas-Ortega<sup>1</sup> , Jorge Mario Herrera-Lopera<sup>3</sup>  

Universidad de Caldas. Manizales, Colombia <sup>1</sup>  
Universidad Nacional Autónoma de México. CDMX, México <sup>2</sup>  
Instituto de Ecología A.C. Xalapa - Veracruz, México <sup>3</sup>  
Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus -Bahía, Brasil <sup>4</sup>

Recibido: 31 de julio 2022

Aceptado: 26 de octubre 2022

Publicado en línea: 1 de enero de 2023

**Citación del artículo:** Loaiza-López, M. F., Molina-Betancourt, K. J., Franco-Vásquez, A. M., Barajas-Rebolledo, L. M., Cárdenas-Ortega, M. S., Herrera Lopera, J. M. (2023). Vertebrados amenazados en las Áreas Naturales Protegidas del Pacífico colombiano. *Biota Colombia*, 24(1), e1098.

<https://doi.org/10.21068/2539200X.1098>

### Resumen

Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) constituyen la principal estrategia para la conservación de la biodiversidad en Colombia y en el mundo. Una de las formas de evaluar la efectividad y el impacto de las ANPs es a través de las especies que protegen, especialmente de aquellas especies cuyas poblaciones están en declive (amenazadas). El objetivo de este trabajo fue evaluar la riqueza de especies de vertebrados amenazados y endémicos amenazados dentro de las ANPs de la región Pacífico de Colombia, así como describir las zonas de mayor riqueza de especies en la región. Usando información disponibilizada por la UICN y Birdlife-International, se diseñaron mapas de riqueza de especies a nivel general y a nivel de grupo biótico. Encontramos que más del 80 % de las especies de vertebrados amenazados y endémicos amenazados se distribuyen dentro de las ANPs de la región Pacífico de Colombia. Se sugiere que las ANPs del Pacífico colombiano cumplen un rol fundamental para la conservación de especies amenazadas de la región. Se presentan implicaciones de los resultados obtenidos en términos de los acuerdos internacionales a los cuales Colombia está suscrita, así como algunas recomendaciones para futuros estudios relacionados.

**Palabras clave.** Chocó Biogeográfico. Convención para la Diversidad Biológica. Distribución de especies. Especies endémicas. Riqueza de especies. SINAP.



## Abstract

Natural Protected Areas (NPAs) are the main strategy for biodiversity conservation in Colombia and the world. One way to evaluate the effectiveness and impact of NPAs is through the species they protect, especially those species whose populations are in decline (threatened). The objective of this work was to evaluate the species richness of threatened and endemic endangered vertebrates within the NPAs of the Pacific region of Colombia, as well as to describe the areas of greatest species richness in the region. Using information available from the IUCN and Birdlife-International, species richness maps were designed at the general and biotic group levels. We found that more than 80% of the threatened and endemic vertebrate species are distributed inside the NPAs of the Pacific region of Colombia. We suggest that the NPAs of the Colombian Pacific play a fundamental role in the conservation of threatened species in the region. Implications of the results obtained in terms of the international agreements to which Colombia subscribes are presented, as well as some recommendations for future related studies.

**Key words.** Biogeographic Chocó. Convention on Biological Diversity. Species distribution. Endemic species. Species richness. SINAP.

---

## Introducción

Las áreas naturales protegidas – ANPs- han demostrado ser la estrategia más eficiente para la conservación *in situ* de la biodiversidad (Watson *et al.*, 2014, 2016). Una de las principales funciones de las ANPs es proveer de hábitat adecuado para especies terrestres y marinas alrededor del mundo (Kearney *et al.*, 2022; Roberts *et al.*, 2021). Sin embargo, dado que no toda la superficie de la tierra se incluye dentro de las ANPs, estas no pueden albergar dentro de su extensión a todas las especies existentes, siendo con frecuencia las especies con distribución restringida o requerimientos muy específicos de hábitat, las que quedan por fuera de las áreas de conservación (Hernández-Camacho *et al.*, 1992; Riemann & Ezcurra, 2005).

Dado el incremento de la presión humana sobre los sistemas naturales, motivada por el aumento de la población humana y la expansión de las fronteras urbana y agrícola, las ANPs y sus zonas de amortiguamiento, constituyen refugios para el mantenimiento de especies, sus funciones ecológicas asociadas y sus historias evolutivas (Hannah, 2008; Hanski, 1998; Santini *et al.*, 2016). Es por esto que la declaración de nuevas ANPs, así como la expansión y mejora de las ya existentes, es un punto prioritario para el cumplimiento de la meta C del plan estratégico para la biodiversidad de la “Convención para la Diversidad Biológica” – CDB, a la cuál Colombia está adherida mediante la ley 165 de 1994, la cual que tiene como meta la conservación del 17 % del territorio terrestre y el 10 % del área marítima (Butchart *et al.*, 2006; Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022c).

Uno de los criterios usados para delimitar nuevas ANPs, así como para evaluar la efectividad e impacto de las ya existentes, es a través de la riqueza de especies que albergan, especialmente de aquellas listadas en alguna categoría de amenaza según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – UICN (Vié *et al.*, 2009). La información provista por la UICN se basa en el uso de categorías y estudios ampliamente aceptados dentro del área de la ecología de la conservación, además es la fuente más actualizada disponible de información sobre las tendencias poblacionales, distribución y estados de amenaza de animales y plantas a nivel global (Butchart *et al.*, 2006; Rodrigues *et al.*, 2006; Vié *et al.*, 2009).

Colombia es considerado un país megadiverso, ocupando el quinto lugar en diversidad biológica a nivel global (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022c), en el país se han observado hasta la fecha más de 75 947 especies (SIB Colombia, 2022). Entre las que destacan 4 128 especies de peces, 1 075 especies de anfibios, 2 562 especies de reptiles (666 reptiles no aves y 1896 aves) y 543 mamíferos (Frost, 2021; Ramírez-Chaves *et al.*, 2021; SIB Colombia, 2022; Sullivan *et al.*, 2009; Uetz *et al.*, 2022). Sin embargo, Colombia es también el tercer país de América del sur con más especies amenazadas, con 1 660 especies en alguna categoría de amenaza, de las cuales 677 son vertebrados (IUCN, 2022b). Las zonas de mayor diversidad biológica en el país son las regiones Andina, Amazónica y Pacífico (Hernández-Camacho *et al.*, 1992; Moreno *et al.*, 2020). No obstante, estas zonas son también las regiones del país donde se ha tenido mayor presión antrópica por causa de la expansión de las fronteras agrícola y urbana (Universidad Externado de Colombia, 2007), lo cual lleva a la pérdida de hábitat adecuado para las especies, siendo este uno de los factores que más contribuye al declive de las poblaciones silvestres (Baillie *et al.*, 2004).

La principal estrategia para la conservación de la biodiversidad en Colombia es el Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP, el cual tiene como objetivo la conservación de la diversidad biológica, la continuidad de los procesos ecológicos y la garantía de bienes y servicios a las comunidades humanas en diferentes escalas (CONPES, 2021). El SINAP cuenta con 1 943 ANPs, entre Parques Nacionales Naturales, Santuarios de Fauna y Flora, Reservas Nacionales Naturales, Reservas de la Sociedad Civil, entre muchas otras categorías (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022a).

La región Pacífico de Colombia se encuentra ubicada al occidente de la Cordillera Occidental, entre los Andes y Mar Caribe, está delimitada al norte en la frontera Colombo-panameña por las serranías del Baudó y del Darién, y se extiende hacia el sur del país hasta la frontera con Ecuador. Se ha sugerido que el Chocó biogeográfico (que incluye a la región Pacífico de Colombia), sirvió como un refugio húmedo pleistocénico, lo cual favoreció el establecimiento y diversificación de distintos linajes de plantas y vertebrados (Hernández-Camacho, 1992). En la actualidad la biota de la región está caracterizada por un alto número de endemismos y microendemismos, especialmente de anfibios, lagartos, y plantas, presentando éstas últimas más de 2 750 especies endémicas descritas hasta la fecha (Hernández-Camacho *et al.*, 1992; Pérez-Escobar *et al.*, 2019). La región cuenta con 67 ANPs, que abarcan un área de 20 912 700.705 ha, diseñadas con la finalidad de generar áreas protegidas representativas, conectadas y eficaces para hacer frente a la pérdida de hábitat y el cambio climático (CONPES, 2021; Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022c). Sin embargo, hasta la fecha no hay análisis cuantitativos que permitan entender la importancia de las ANPs de esta región.

Los vertebrados son un grupo carismático con una gran variedad de funciones ecosistémicas en los hábitats que ocupan (Cortes *et al.*, 2014; Hickman, 2017; McGinlay *et al.*, 2017; Mills *et al.*, 2018; Pigot *et al.*, 2020). Por medio de su conservación y la divulgación de los servicios que ofrecen para las comunidades, se puede contribuir a la protección de una gran variedad de organismos y ecosistemas completos (Berti *et al.*, 2020; McGinlay *et al.*, 2017). Por lo cual, son excelentes modelos para evaluar la función e impacto de las ANPs a partir de las especies amenazadas que albergan. Sin embargo, “vertebrados” recoge a diversos grupos con diversas características morfológicas y ecológicas que cumplen roles diferenciales y complementarios en los sistemas que habitan (Hickman, 2017). Es por ello que análisis donde se consideren a los vertebrados como un único grupo deben ser complementados con análisis que consideren a cada uno de los grupos que componen el subfilo.

Los objetivos de este trabajo fueron: (i) evaluar la riqueza de especies de vertebrados amenazados (en conjunto y por grupos bióticos) distribuidas dentro de las ANPs del Pacífico colombiano, (ii) evaluar el

porcentaje de especies de vertebrados amenazados y vertebrados endémicos amenazados (en conjunto y por grupos bióticos) dentro y fuera de las ANPs de la región Pacífico de Colombia y (iii) describir dónde se encuentran las zonas de mayor riqueza de especies de vertebrados amenazados en la región del Pacífico colombiano con respecto a las ANPs de la región. Dado que una de las principales funciones de las ANPs es la conservación de la diversidad biológica y funciones ecosistémicas, esperamos que la mayor parte de las especies amenazadas y endémicas del Pacífico colombiano (> 60 %), tanto en conjunto como por grupo bióticos, se encuentren distribuidas dentro de las ANPs de la región, así mismo, esperamos que las zonas de mayor riqueza de especies amenazadas en el Pacífico colombiano se encuentren dentro de las ANPs y sus regiones aledañas.

## Materiales y métodos

**Área de estudio.** Según el sistema de ordenamiento del sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, las ANPs de Colombia se dividen en seis regiones administrativas: Amazonía, Andes Nororientales, Andes Occidentales, Caribe, Orinoquía y Pacífico ([Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022b](#)). Estas regiones no se ajustan a una hipótesis biogeográfica para la regionalización de Colombia ([Hernández-Camacho et al., 1992](#); [Morrone, 2014](#); [Olson et al., 2001](#)), sino que incluye elementos de la región Pacífico y elementos andinos. Por esta razón, definimos a la región Pacífico de Colombia como a la provincia Chocó – Darién ([Morrone, 2014](#)) en adición con *buffers* de 0.2° (EPSG: 4326 - WGS-84, ~ 22 km aprox.) alrededor de los Parques Nacionales Naturales Munchique y Farallones de Cali ([Figura 1](#)). Esta región tiene como ventaja que incluye a todos los Parques Nacionales Naturales listados dentro de la regionalización de [Parques Nacionales Naturales de Colombia \(2022b\)](#) y minimiza la inclusión de elementos andinos dentro del análisis. La región tiene una extensión de 39 532 843.710 ha, lo cual representa el 21.28 % de la extensión total de Colombia. Incluye también 67 ANPs, en diez categorías de protección distintas ([Figura 1](#)) y que representan 4.49 % del número total de ANPs de Colombia.

**Vertebrados amenazados del Pacífico colombiano.** Utilizamos los polígonos de distribución de especies de peces dulceacuícolas, peces marinos, anfibios, reptiles (incluyendo aves) y mamíferos. Todos los polígonos, excepto los de las especies de aves, fueron obtenidos de la base de datos espaciales de la IUCN ([IUCN, 2022a](#)). Los polígonos para las especies de aves, fueron obtenidos del BirdLife International ([BirdLife International y Handbook of the Birds of the World, 2022](#)). Los nombres de los polígonos de la IUCN usados fueron: (i) “*Species from the class mammalia*”, (ii) “*Species from the class Amphibia*”, (iii) “*Species from the class Reptilia*”, (iv) “*Freshwater groups – Fishes*” y (v) “*Fishes – Marine Fishes*”. Información detallada con enlaces e indicaciones para acceder a los polígonos de distribución pueden encontrarse en la sección “Declaración de disponibilidad de datos” al final de este manuscrito.

Se filtraron los polígonos de distribución de las especies por categoría de amenaza, conservando únicamente aquellas especies clasificadas en las categorías de CR: Críticamente amenazada, EN: En peligro, y VU: Vulnerable. Posteriormente, usando la región del Pacífico como máscara (ver Área de estudio), se extrajeron las especies de vertebrados amenazados con distribución en la región del Pacífico colombiano.

Definimos a las especies de vertebrados endémicos del Pacífico colombiano, como aquellas especies cuyas poblaciones conocidas (reportadas por la IUCN y BirdLife International) no se extendiesen más de 0.2° (EPSG: 4326 - WGS-84, ~ 22 km aprox.) desde el contorno de la región Pacífico de Colombia (ver Área de estudio). Todo el proceso de manipulación y recorte de polígonos se llevó a cabo usando QGIS 3.26 ([QGIS.org, 2022](#)).

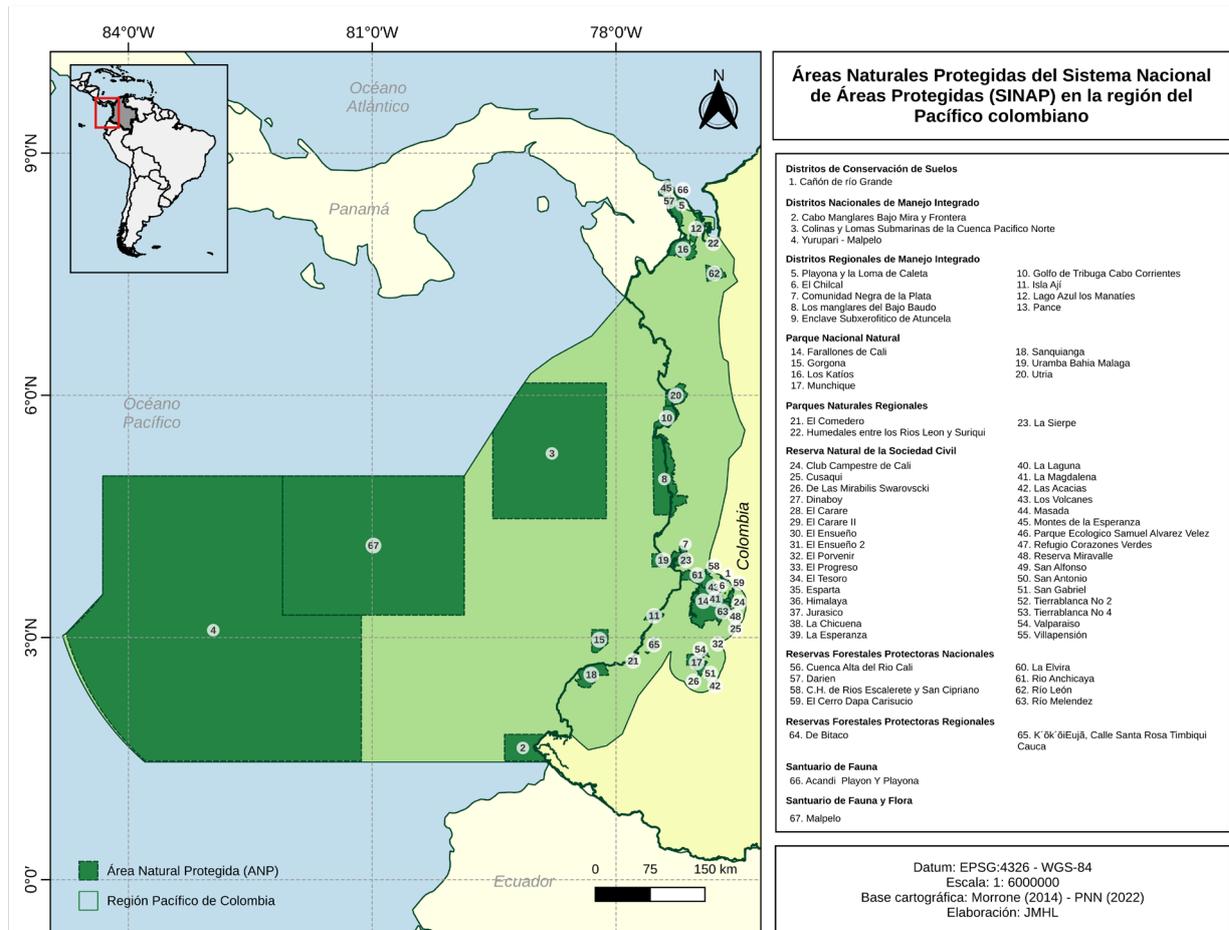


Figura 1. Áreas naturales protegidas en la región del Pacífico colombiano.

Figure 1. Protected natural areas in the Colombian Pacific Region.

A pesar de que Reptilia es un grupo monofilético que incluye a las aves (Hickman, 2017), para facilitar la discusión de la información obtenida, en este trabajo se presentan los resultados de aves como un grupo diferente a los demás reptiles. Seguimos las siguientes propuestas taxonómicas para los distintos grupos: Peces: FishBase (Froese y Pauly, 2022), anfibios: Página web del Museo Americano de Historia Natural (Frost, 2021), reptiles: ReptileDatabase (Uetz *et al.*, 2022), aves: *ebird* (Sullivan *et al.*, 2009) y mamíferos: ASM Mammals Diversity Database (Mammal Diversity Database, 2022).

**Vertebrados amenazados en las ANPs del Pacífico colombiano.** Las ANPs del Pacífico colombiano se extrajeron desde el *shapefile* "runap2" provisto por (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022a). Las ANPs fueron recortadas usando como máscara de corte a la región Pacífico de Colombia (ver Área de estudio). Una vez obtenidas las ANPs del Pacífico colombiano, se usaron para hacer intersecciones con las especies de vertebrados amenazados del Pacífico colombiano (ver Vertebrados amenazados del Pacífico colombiano), para obtener la lista de especies de vertebrados amenazados para cada una de las ANPs.

Todo el proceso de manipulación y recorte de polígonos se llevó a cabo usando QGIS 3.26 (QGIS.org, 2022).

**Riqueza de vertebrados amenazados del Pacífico colombiano.** Los polígonos de distribución para cada una de las especies fueron transformados a *raster* de presencia (1) – ausencia (0) y después sumados. Para responder a los objetivos del trabajo, la suma de riquezas se llevó a cabo nivel de grupo (i.e. anfibios,

reptiles, mamíferos, aves y peces) y a nivel general (suma de todos los grupos), obteniendo así *rasters* de riqueza para cada grupo y un *raster* de riqueza para todos los grupos. El tamaño de los cuadrantes usados en el proceso de conversión a raster fue de 0.01° x 0.01° (EPSG:4326 – WGS – 84, ~ 1 km<sup>2</sup> aprox.).

El geoprocésamiento se llevó a cabo usando QGIS 3.26 ([QGIS.org](https://qgis.org), 2022).

## Resultados

Se encontraron 269 especies de vertebrados amenazados en la región Pacífico de Colombia (Tabla 1). El 45.37 % de estas pertenecen a peces (Actinopterygii + Chondrichthyes), el 24.53 % a anfibios (Amphibia), el 5.58 % a reptiles (Reptilia no aves), 17.10 % a aves y el 7.43 % a mamíferos (Mammalia). Se encontraron en total 61 especies de vertebrados endémicos de la región Pacífico colombiana (Tabla 1), lo cual corresponde al 22.68 % del total de especies amenazadas de la región.

El 84.39 % (227 especies) de las especies amenazadas de la región Pacífico de Colombia se distribuyen dentro de las ANPs, al igual que el 88.52 % (54 especies) del total de especies endémicas para el Pacífico colombiano se encuentran dentro de dichas áreas de conservación. Un resumen detallado por especies distribuidas en el Pacífico colombiano con su respectiva categoría de amenaza, endemismo y ANPs donde se distribuyen está disponible en la sección “Declaración de disponibilidad de datos”.

**Tabla 1.** Vertebrados amenazados en la región del Pacífico colombiano. CR: Críticamente amenazados, EN: En peligro, VU: Vulnerable. EA: Número de especies amenazadas, EN: Endémicas del Pacífico colombiano, NE: No endémicas del Pacífico colombiano, ED: Especies dentro de las ANPs del Pacífico colombiano, EF: Especies fuera del Pacífico colombiano.

**Table 1.** Threatened vertebrates in the Colombian Pacific region. CR: Critically endangered, EN: Endangered, VU: Vulnerable. EA: Number of threatened species, EN: Colombian Pacific endemic species, NE: Colombian Pacific non-endemic species, ED: Species inside Colombian Pacific natural protected areas, EF: Species outside Colombian Pacific natural protected areas.

Clase	Orden	Familia	CR	EN	VU	EA	EN	NE	ED	EF
		Chaenopsidae	-	-	1	1	1	-	1	-
	Blenniiformes	Labrisomidae	-	-	1	1	1	-	1	-
		Tripterygiidae	-	-	2	2	2	-	2	-
	Carangiformes	Istiophoridae	-	-	2	2	-	2	2	-
		Anostomidae	-	-	1	1	-	1	1	-
		Bryconidae	-	1	1	2	-	2	2	-
	Characiformes	Characidae	-	1	4	5	2	3	4	1
		Curimatidae	-	1	-	1	-	1	-	1
		Prochilodontidae	-	-	1	1	-	1	1	-
	Cichliformes	Cichlidae	-	1	3	4	2	2	4	-
	Eupercaria	Labridae	-	-	4	4	3	1	4	-
Actinopterygii (Peces Óseos)	Gymnotiformes	Apteronotidae	-	-	1	1	1	-	1	-
		Gymnotidae	-	-	1	1	-	1	1	-
	Perciformes	Serranidae	1	-	7	8	1	7	8	-

Clase	Orden	Familia	CR	EN	VU	EA	EN	NE	ED	EF
	Scombriformes	Scombridae	-	-	1	1	-	1	1	-
		Ariidae	-	-	2	2	-	2	1	1
		Astroblepidae	-	-	2	2	1	1	2	-
		Callichthyidae	-	-	1	1	-	1	1	-
	Siluriformes	Heptapteridae	-	1	1	2	-	2	1	1
		Loricariidae	-	3	3	6	1	5	4	2
		Pimelodidae	1	-	-	1	-	1	1	-
		Trichomycteridae	-	1	1	2	-	2	1	1
	Syngnathiformes	Syngnathidae	-	-	2	2	-	2	2	-
		Carchathinidae	3	5	9	17	1	16	11	6
	Carcharhiniformes	Sphyrnidae	5	1	1	7	-	7	6	1
		Triakidae	-	1	1	2	-	2	1	1
		Alopiidae	-	1	2	3	-	3	3	-
	Lamniformes	Cetorhinidae	-	1	-	1	-	1	1	-
		Lamnidae	-	2	1	3	-	3	3	-
		Odontaspidae	-	-	1	1	1	-	1	-
		Aetobatidae	-	1	1	2	-	2	1	1
		Dasyatidae	-	-	3	3	1	2	3	-
		Mobulidae	-	4	1	5	-	5	5	-
<b>Chondrichthyes (Peces Cartilagosos)</b>	Myliobatiformes	Myliobatidae	-	-	2	2	-	2	1	1
		Potamotrygonidae	-	1	1	2	-	2	2	-
		Rhinopteridae	-	-	2	2	-	2	-	2
		Urotrygonidae	-	-	1	1	-	1	1	-
	Orectolobiformes	Ginglymostomatidae	-	1	1	2	-	2	1	1
		Rhincodontidae	-	1	-	1	-	1	1	-
	Rajiformes	Rajidae	-	-	2	2	-	2	2	-
		Pristidae	2	-	-	2	-	2	2	-
	Rhinopristiformes	Rhinobatidae	-	1	4	5	-	5	4	1
		Trygonorrhinidae	-	-	1	1	-	1	1	-
	Squatiformes	Squatinae	1	-	-	1	-	1	1	-
	Torpediniformes	Narcinidae	-	-	4	4	-	4	2	2
		Bufoeidae	3	3	1	7	3	4	5	2
		Centrolenidae	1	3	5	9	2	7	7	2
		Dendrobatidae	4	8	6	18	9	9	15	3

Clase	Orden	Familia	CR	EN	VU	EA	EN	NE	ED	EF	
<b>Amphibia</b> (Anfibios)	Anura	Hemiphractidae	2	3	-	5	-	5	5	-	
		Hylidae	-	2	-	2	1	1	2	-	
		Phyllomedusidae	1	-	-	1	1	-	1	-	
			Strabomantidae	7	6	10	23	6	17	19	4
	Gymnophiona	Rhinatreumatidae	-	1	-	1	-	1	1	-	
	Crocodylia	Crocodylidae	-	-	1	1	-	1	1	-	
		Boidae	-	1	-	1	-	1	1	-	
Dactyloidae		-	-	1	1	-	1	1	-		
Dipsadidae		1	1	-	2	2	-	1	1		
<b>Reptilia</b> (Reptiles No Aves)	Squamata	Gymnophthalmidae	1	-	1	2	1	1	2	-	
		Hoplocercidae	-	1	1	2	-	2	1	1	
		Sphaerodactylidae	-	1	-	1	1	-	1	-	
	Testudines	Cheloniidae	1	1	2	4	-	4	4	-	
		Dermochelyidae	-	-	1	1	-	1	1	-	
	Accipitriformes	Accipitridae	-	1	1	2	-	2	2	-	
	Caprimulgiformes	Apodidae	-	-	1	1	-	1	1	-	
		Trochilidae	-	3	-	3	1	2	2	1	
	Cathartiformes	Cathartidae	-	-	1	1	-	1	1	-	
	Columbiformes	Columbidae	-	1	-	1	-	1	1	-	
	Cuculiformes	Cuculidae	-	1	1	2	-	2	2	-	
	Falconiformes	Falconidae	-	-	1	1	1	-	1	-	
	Galliformes	Cracidae	-	1	3	4	1	3	3	1	
		Gruiformes	Rallidae	-	-	1	1	1	-	1	-
		Cotingidae	-	-	1	1	1	-	1	-	
		Grallariidae	-	-	3	3	2	1	2	1	
	<b>Reptilia</b> (Aves)		Icteridae	-	-	1	1	1	-	1	-
			Parulidae	-	-	1	1	1	-	1	-
		Passeriformes	Pipridae	-	-	1	1	-	1	1	-
Thamnophilidae			-	1	2	3	-	3	2	1	
		Thraupidae	-	-	3	3	3	-	3	-	
		Troglodytidae	-	-	1	1	-	1	1	-	
		Tyrannidae	-	-	2	2	1	1	2	-	
Pelecaniformes		Ardeidae	-	-	1	1	-	1	1	-	
Procellariiformes		Hydrobatidae	-	-	1	1	-	1	1	-	
		Procellariidae	1	-	5	6	-	6	6	-	

Clase	Orden	Familia	CR	EN	VU	EA	EN	NE	ED	EF
	Psittaciformes	Psittacidae	1	-	2	3	1	2	2	1
	Strigiformes	Strigidae	-	-	1	1	1	-	1	-
	Tinamiformes	Tinamidae	-	-	2	2	2	-	2	-
		Felidae	-	-	1	1	-	1	1	-
	Carnivora	Mustelidae	-	-	1	1	-	1	1	-
		Ursidae	-	-	1	1	-	1	1	-
		Balaenopteridae	-	2	-	2	-	2	2	-
	Artiodactyla	Physeteridae	-	-	1	1	-	1	1	-
		Tayassuidae	-	-	1	1	-	1	1	-
	Chiroptera	Emballonuridae	-	-	1	1	-	1	1	-
		Phyllostomidae	-	-	2	2	-	2	2	-
<b>Mammalia</b> <b>(Mamíferos)</b>	Perissodactyla	Tapiridae	-	1	1	2	-	2	2	-
	Pilosa	Myrmecophagidae	-	-	1	1	-	1	1	-
		Atelidae	-	2	1	3	-	3	2	1
	Primates	Callitrichidae	1	-	-	1	-	1	1	-
		Cebidae	-	-	1	1	-	1	1	-
	Rodentia	Cricetidae	-	1	-	1	-	1	1	-
	Sirenia	Trichechidae	-	-	1	1	-	1	1	-
		<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>74</b>	<b>158</b>	<b>269</b>	<b>61</b>	<b>208</b>	<b>227</b>	<b>42</b>

En cuanto a los patrones de riqueza de vertebrados amenazados en la región Pacífico de Colombia, se observa que la mayor riqueza de especies se encuentra en la región costera, especialmente en los Parques Nacionales Naturales Uramba Bahía Málaga y Sanquianga y sus alrededores, en donde la riqueza es de hasta 63 especies de vertebrados amenazados por km<sup>2</sup>. También se destaca el Parque Nacional Natural Malpelo y sus alrededores, donde ocurre también una alta riqueza de vertebrados amenazados (Figura 2A). La mayor riqueza de peces amenazados en la región del Pacífico colombiano se encuentra entre los departamentos del Valle del Cauca y Nariño, en los Parques Nacionales Naturales Uramba Bahía Málaga y Sanquianga y sus alrededores, en donde se alcanza una riqueza de hasta 51 especies de peces amenazados por km<sup>2</sup> (Figura 2B). En el caso de los anfibios, la zona de mayor riqueza se encuentra al sur-oriente de la región Pacífico de Colombia, en límites con la Cordillera Occidental colombiana en los Parques Nacionales Naturales Farallones de Cali y Munchique y sus alrededores (Figura 2C). Para los reptiles, la zona de mayor riqueza de reptiles amenazados de la región Pacífico de Colombia se encuentra en las regiones costeras del Valle del Cauca y Nariño en el Distrito Regional de Manejo Integrado Comunidad Negra de la Plata, Parque Natural Regional de la Sierpe, Reserva Forestal Protectora Nacional Río Anchicayá y Parques Nacionales Naturales Uramba Bahía Málaga y Sanquianga (Figura 2D). Por otro lado, las aves alcanzan una riqueza de hasta 14 especies amenazadas que ocurren principalmente en los Parques Nacionales Naturales Munchique y Farallones de Cali y sus alrededores en la región sur-oriente de la región, en límites de la región Pacífico con la región Andina (Figura 2E). Finalmente, la mayor riqueza de especies amenazadas de mamíferos en el Pacífico colombiano se da en la porción continental de dicha región, alcanzando una riqueza de hasta ocho especies de mamíferos amenazados en la Reserva Forestal Protectora Nacional Río León, Parques Nacionales Naturales Los Katíos y Farallones de Cali y sus alrededores (Figura 2F).

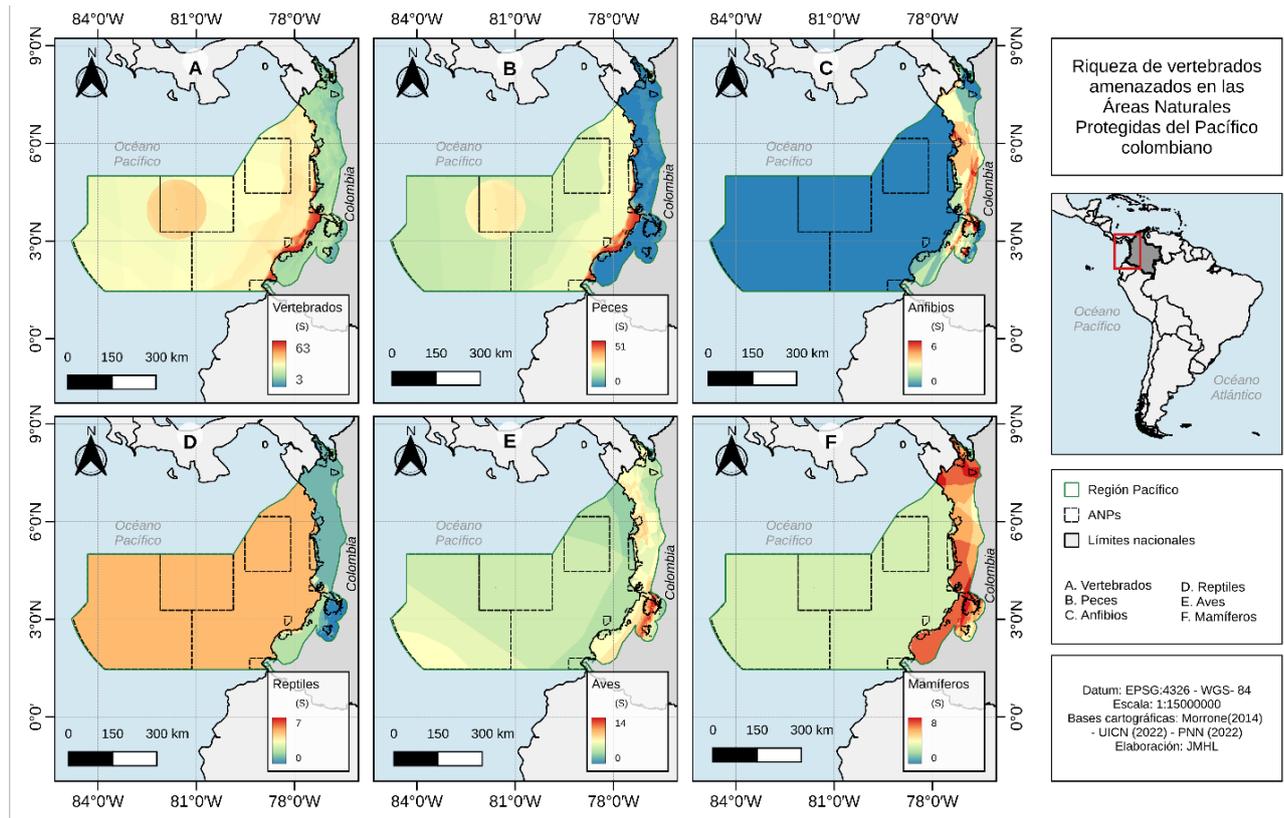


Figura 2. Riqueza de especies de vertebrados amenazados en la región Pacífico de Colombia.

Figure 2. Threatened vertebrate species richness in the Colombian Pacific region.

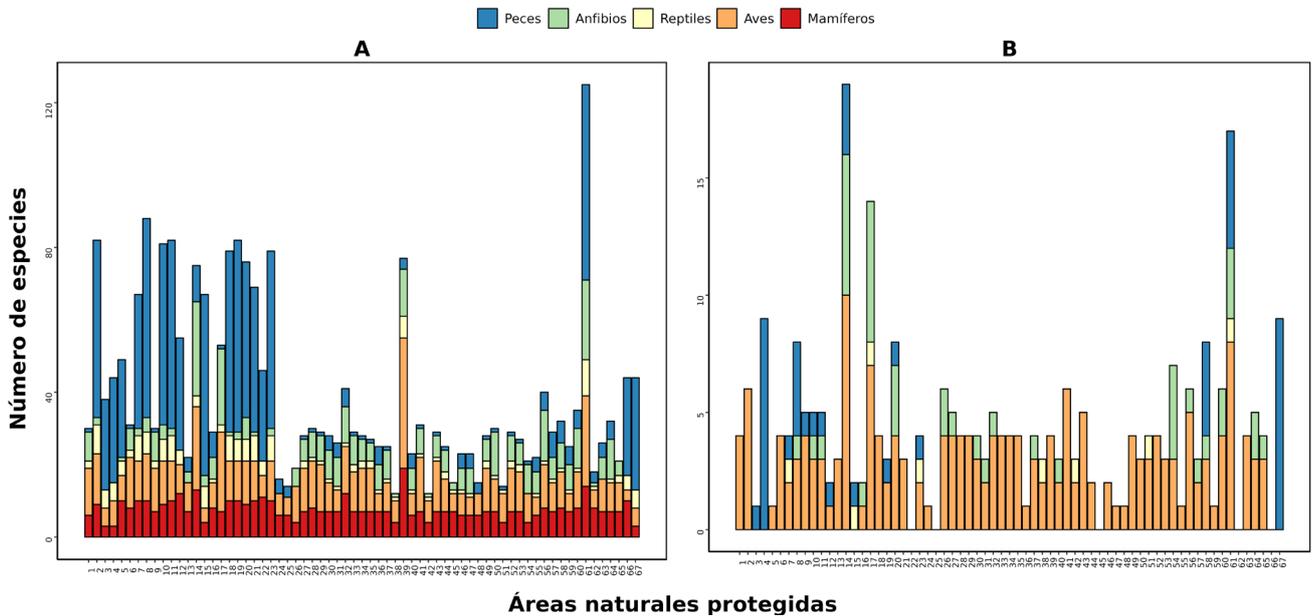


Figura 3. Especies de vertebrados en las áreas naturales protegidas -ANPs del Pacífico colombiano. A. Especies amenazadas, B. Especies amenazadas endémicas del Pacífico colombiano.

Figure 3. Vertebrate species in the natural protected areas (NPAs) of the Colombian Pacific. A. Threatened species, B. Threatened – endemic species to Colombian Pacific.

Las ANPs con mayor riqueza de especies de vertebrados amenazadas fueron: Reserva Forestal Protectora Nacional Río Anchicayá (125 especies), seguido del Distrito Regional de Manejo Integrado Los Manglares del Bajo Baudó (88 especies) (Figura 3A). Las ANPs con mayor riqueza de especies de vertebrados amenazados endémicos de la región del Pacífico colombiano fueron El Parque Nacional Natural Farallones de Cali (19 especies) y la Reserva Forestal Protectora Nacional Río Anchicayá (17 especies; Figura 3B).

## Discusión

La riqueza de vertebrados amenazados en el Pacífico colombiano es de 269 especies, lo cual corresponde al 39.73 % de las especies de vertebrados amenazados de Colombia (IUCN, 2022b). El análisis por grupos muestra que entre el 22.76 % - 66.67 % de las especies de vertebrados amenazados de cada grupo se distribuyen en la región del Pacífico colombiano (Tabla 2). Más del 80 % de las especies amenazadas del Pacífico colombiano se encuentran distribuidas dentro de las ANPs de la región, así mismo, cerca del 90 % de las especies endémicas del Pacífico colombiano se distribuyen dentro de al menos un ANP de la región. De igual forma, entre el 80.49 % - 95 % de las especies de vertebrados amenazadas de cada grupo se distribuyen dentro de las ANPs del Pacífico colombiano. Finalmente, las zonas de mayor riqueza de vertebrados, tanto a nivel general, como por grupos, se encuentran dentro de las ANPs del Pacífico colombiano o en sus zonas aledañas. Este resultado era de esperarse si se tienen en cuenta los objetivos de conservación de la biodiversidad del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia (CONPES, 2021; Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022c).

**Tabla 2.** Proporción de especies de vertebrados amenazados de Colombia distribuidos en la región del Pacífico colombiano. EAC: Especies amenazadas en Colombia, EAP: Especies amenazadas en el Pacífico colombiano, %: Porcentaje de especies amenazadas en Colombia distribuidas en el Pacífico colombiano.

**Table 2.** Proportion of threatened vertebrate species of Colombia distributed in the Colombian Pacific region. EAC: Threatened species in Colombia, EAP: Threatened species in the Colombian Pacific, %: Percentage of threatened species in Colombia distributed in the Colombian Pacific.

Grupo	EAC	EAP	%
<b>Peces</b>	183	122	66.67
<b>Anfibios</b>	290	66	22.76
<b>Reptiles</b>	39	15	38.46
<b>Aves</b>	102	46	45.10
<b>Mamíferos</b>	63	20	31.75
<b>TOTAL</b>	<b>677</b>	<b>269</b>	<b>39.73</b>

Se encontró que el 84 % de las especies de vertebrados amenazados del Pacífico colombiano y el 88 % de las especies endémicas, se encuentran distribuidas dentro de las ANPs de la región. Hernández-Camacho *et al.* (1992), sugirió que las ANPs del Pacífico colombiano eran insuficiente para albergar a las especies endémicas de la región. Desde esta afirmación, hace tres décadas, se han añadido al SINAP para la región 51 nuevas ANPs, lo cual corresponde al 76.11 % de las ANPs que tiene actualmente el sistema en la región del Pacífico colombiano (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022a, 2022c) y cuya declaración

responde a la adhesión de Colombia al CDB por medio de la ley 165 de 1994. Actualmente, con base en nuestros resultados podemos sugerir que, si bien las ANPs de la región del Pacífico colombiano no ofrecen hábitat adecuado para todas las especies de vertebrados endémicos y amenazados de la región, sí hacen parte de la distribución de al menos cuatro quintas partes de dichas especies.

Actualmente, el SINAP cubre en la región del Pacífico colombiano un área de 20 912 700.71 ha, que corresponden al 53 % del territorio total del Pacífico colombiano definido en este trabajo. De estas, 823 906.24 ha, es decir 4 % del territorio, corresponden a área continental y el 96 % restante (20 088 794.46 ha) corresponden a área marítima. Por lo cual, podría decirse que el 61.37 % de área marítima y el 12.12 % del área continental de la región del Pacífico colombiano se encuentran bajo alguna categoría de conservación. El área marítima de la región es seis veces mayor que la meta de conservación de áreas marinas y costeras propuesta por el CDB (10 %), pero menor que la meta de conservación propuesta para áreas terrestres propuesta por el mismo convenio (17 %) (Watson *et al.*, 2014). El 5 % de territorio continental restante para alcanzar la meta de conservación de tierras propuesto por el CDB puede enfocarse en la protección del 16 % de especies amenazadas y el 12 % de especies endémicas amenazadas identificadas por este trabajo que no se distribuyen actualmente dentro de las ANPS de la región Pacífico de Colombia.

El Pacífico colombiano alberga cerca del 40 % de las especies de vertebrados amenazados de Colombia en poco más del 20 % del territorio nacional. Según Hernández-Camacho *et al.* (1992), la diversidad del Pacífico colombiano responde a diferentes factores, entre ellos el haber sido un refugio húmedo durante el Pleistoceno, lo cual favoreció el establecimiento y diversificación de distintas formas de vida. Así mismo, la complejidad orográfica de la región que mezcla zonas de tierras bajas y montañas, que favorecen la diversificación y especiación de distintos linajes (Hernández-Camacho *et al.*, 1992; Lynch, 1999). De igual forma, López-Angarita *et al.* (2018) propusieron que, los manglares que se extienden a lo largo de toda la costa del Pacífico colombiano, proveen de alimento y refugio a distintas taxa, lo cual favorece que un gran número de especies puedan coexistir en estas zonas. Tanto la complejidad geográfica como la alta productividad de las zonas costeras podría explicar la alta riqueza de especies en la región y podría ser la razón por la cual la mayor riqueza de especies amenazadas de la región Pacífica se asocia principalmente a la porción costera.

Evaluar la riqueza de especies de vertebrados amenazados para la Región Pacífico de Colombia es apenas un primer paso para evaluar la efectividad e impacto de las ANPs de la región. El SINAP tiene como objetivo “la conservación de la diversidad biológica, la continuidad de los procesos ecológicos y la garantía de bienes y servicios a las comunidades humanas en diferentes escalas” (CONPES, 2021). Actualmente se sabe que gran cantidad de comunidades se benefician de la oferta pesquera de la región (López-Angarita *et al.*, 2018). Sin embargo, hace falta explorar qué otros servicios ecosistémicos ofrecen las especies de vertebrados a las comunidades humanas en las zonas de influencia de las distintas ANPs. Además, siendo que se habla de “conservar la diversidad biológica” se hace necesario evaluar la diversidad funcional, diversidad filogenética y diversidad genética que está siendo resguardada por las ANPs de la región, las cuales a mediano - largo plazo son más importantes para conservar la diversidad biológica que la riqueza de especies que hace parte de la dimensión taxonómica de la diversidad (Liu *et al.*, 2021; Sarkar *et al.*, 2006; Venter *et al.*, 2018). Adicionalmente es necesario realizar estudios de conectividad entre las ANPs y que el crecimiento del SINAP en la región garantice el flujo genético entre las poblaciones de especies de los ANPs, dado que, en gran medida, la eficiencia de las ANPs depende de su conectividad (van Kerckhoff *et al.*, 2019). Adicionalmente, es importante resaltar que los datos usados en este trabajo provienen de polígonos de distribución, los cuales, por la forma como son diseñados tienden a tener valores altos de comisión de especies, en sus áreas de extensión de las especies, por lo cual los resultados de este trabajo constituyen

apenas una primera aproximación y deben ser validados y mejorados a través de la inclusión de registros reales de presencia – ausencia para las especies obtenidos en trabajos de campo (Fielding & Bell, 1997; Rondinini *et al.*, 2006). Finalmente, nuestras interpretaciones son fruto de un trabajo a una escala multitaxonómica, es necesario abordar trabajos con taxonomía más fina que permitan identificar las particularidades de cada grupo a nivel de requerimientos de hábitat y crecimiento del sistema de ANPs del Pacífico colombiano.

Las ANPs de la región Pacífico de Colombia cumplen un rol fundamental en la conservación de uno de los *hotspots* de diversidad más importantes del país. En tres décadas, desde que Hernández-Camacho *et al.* (1992) propuso las unidades biogeográficas de Colombia y advirtió que las ANPs eran insuficientes para contener la biodiversidad de la región, estas han crecido un 319 % y en la actualidad ofrecen refugio a más del 80 % de las especies amenazadas y endémicas de la región Pacífico de Colombia. Reservas como la Reserva Forestal Protectora Nacional Río Anchicayá, la cual fue declarada hace casi 80 años y que contiene gran parte de las especies de vertebrados amenazados y de vertebrados amenazados endémicos del Pacífico colombiano. Esta podría ser un referente para las ANPs de la región, ya que ofrece un corredor interconectado desde las reservas de la porción andina de la región hasta las reservas más costeras, proveyendo hábitat adecuado para mantener a las poblaciones silvestres de vertebrados con distintos requerimientos de hábitat.

Esta región ha sufrido grandes impactos debido a las actividades humanas. Las zonas de manglar de la costa Pacífica, por ejemplo, están sufriendo una gran presión de sobreexplotación debido a la pesca excesiva (López-Angarita *et al.*, 2018). El 80 % de la actividad pesquera de Colombia se desarrolla en el Pacífico y autores como Díaz & Galeano, (2016), mencionaron que las políticas de control pesquero en dentro de las ANPs del Pacífico colombiano son insuficientes y que no garantizan la estabilidad poblacional de las especies que allí ocurren. Adicionalmente, la región Andina, donde se concentra gran parte de la riqueza, especialmente de anfibios, es la zona de mayor crecimiento económico del país (Castaño & Corrales, 2010; Moreno *et al.*, 2020), por lo cual ANPs como los Parques Nacionales Naturales Farallones de Cali y Munchique y las ANPs aledañas resultan insuficientes para mantener a mediano – largo plazo poblaciones viables dado que sus zonas de amortiguamiento están siendo deforestadas, lo cual conlleva a la pérdida de hábitat y funciones ecosistémicas (Armenteras *et al.*, 2003; Barlow *et al.*, 2016; Calderón & Benavies, 2021). Es necesario replicar este tipo de trabajos en otras regiones de Colombia para evaluar cuál es el estado actual de las especies amenazadas en relación a la distribución de sus poblaciones dentro de las ANPs y que la formulación de las nuevas áreas para alcanzar los objetivos acordados en el CDB pueda utilizar la distribución de las especies amenazadas como parte de su criterio.

## Declaración de disponibilidad de datos

La lista de las especies de vertebrados amenazados que se distribuyen en la región Pacífico de Colombia, su estado de amenaza, endemismo y las ANPs donde se distribuye, la lista de los archivos usados y sus fuentes de descarga, la región Pacífico de Colombia *Shapefile*, así como el código en R usado para construir la Figura 3, pueden ser accedidos libremente a través del siguiente enlace: [https://gitlab.com/data-availability-ms/biota\\_ms\\_vertebrados/](https://gitlab.com/data-availability-ms/biota_ms_vertebrados/) o contactando a los autores vía correo electrónico.

## Referencias

- Armenteras, D., Gast, F., & Villareal, H. (2003). Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia. *Biological Conservation*, 113(2), 245–256.  
[https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00359-2](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00359-2)
- Baillie, J., Hilton-Taylor, C., & Stuart, S. N. (Eds.). (2004). *2004 IUCN red list of threatened species: A global species assessment*. IUCN--The World Conservation Union.
- Barlow, J., Lennox, G. D., Ferreira, J., Berenguer, E., Lees, A. C., Nally, R. M., Thomson, J. R., Ferraz, S. F. de B., Louzada, J., Oliveira, V. H. F., Parry, L., Ribeiro de Castro Solar, R., Vieira, I. C. G., Aragão, L. E. O. C., Begotti, R. A., Braga, R. F., Cardoso, T. M., de Oliveira, R. C., Souza Jr, C. M., ... Gardner, T. A. (2016). Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. *Nature*, 535(7610), 144–147.  
<https://doi.org/10.1038/nature18326>
- Berti, E., Monsarrat, S., Munk, M., Jarvie, S., & Svenning, J.-C. (2020). Body size is a good proxy for vertebrate charisma. *Biological Conservation*, 251, 108790.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108790>
- BirdLife International, & Handbook of the Birds of the World. (2022). *Bird species distribution maps of the world* (2022.1).  
<http://datazone.birdlife.org/species/requestdis>
- Butchart, S. H. M., Akcakaya, H. R., Kennedy, E., & Hilton-Taylor, C. (2006). Biodiversity Indicators Based on Trends in Conservation Status: Strengths of the IUCN Red List Index. *Conservation Biology*, 20(2), 579–581.  
<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00410.x>
- Calderón, J., & Benavies, A. M. (2021). Deforestación y fragmentación en las áreas más biodiversas de la Cordillera Occidental de Antioquia (Colombia). *Biota Colombiana*, 23(1), e942.  
<https://doi.org/10.21068/2539200X.942>
- Castaño, J. H., & Corrales, J. D. (2010). Mamíferos de la cuenca del río La Miel (Caldas): Diversidad y uso cultural. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 14, 56–75.
- CONPES. (2021). *Política para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas -SINAP-* (Núm. 4050; p. 113). Departamento Nacional de Planeación.
- Cortes, A. M., Ruiz-Agudelo, C. A., Valencia-Aguilar, A., & Ladle, R. J. (2014). Ecological functions of neotropical amphibians and reptiles: A review. *Universitas Scientiarum*, 20(2), 229.  
<https://doi.org/10.11144/Javeriana.SC20-2.efna>
- Díaz, J. M., & Galeano, J. (2016). El entorno biogeofísico. En J. M. Díaz, L. Guillot, & M. C. Velandia (Eds.), *La pesca artesanal en la costa norte del Pacífico colombiano: Un horizonte ambivalente* (pp. 13–27). Fundación MarViva.
- Fielding, A. H., & Bell, J. F. (1997). A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, 24(1), 38–49.  
<https://doi.org/10.1017/S0376892997000088>
- Froese, R., & Pauly, D. (2022). *Fishbase. World Wide Web electronic publication* (Versión 06/2022).  
[www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)

- Frost, D. R. (2021). *Amphibian Species of the World: An Online Reference* [Data set]. American Museum of Natural History.  
<https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>
- Hannah, L. (2008). Protected Areas and Climate Change. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134(1), 201–212.  
<https://doi.org/10.1196/annals.1439.009>
- Hanski, I. K. (1998). Home ranges and habitat use in the declining flying squirrel *Pteromys volans* in managed forests. *Wildlife Biology*, 4(1), 33–46.  
<https://doi.org/10.2981/wlb.1998.013>
- Hernández-Camacho, J. (1992). Caracterización geográfica de Colombia. En G. Halffter (Ed.), *La diversidad biológica de Iberoamérica I*. Acta Zoológica Mexicana, Vol. Especial.
- Hernández-Camacho, J., Hurtado Guerra, A., Ortiz Quijano, R., & Walschburger, T. (1992). Unidades biogeográficas de Colombia. En G. Halffter (Ed.), *La diversidad biológica de Iberoamérica I*. Acta Zoológica Mexicana, Vol. Especial.
- Hickman, C. P. (2017). *Integrated principles of zoology* (Seventeenth edition). McGraw-Hill Education.
- IUCN. (2022a). *Spatial Data Download*. <https://www.iucnredlist.org/resources/spatial-data-download>
- IUCN. (2022b). *Summary Statistics*. <https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics>
- Kearney, S. G., Carwardine, J., Reside, A. E., Adams, V. M., Nelson, R., Coggan, A., Spindler, R., & Watson, J. E. M. (2022). Saving species beyond the protected area fence: Threats must be managed across multiple land tenure types to secure Australia's endangered species. *Conservation Science and Practice*, 4(3).  
<https://doi.org/10.1111/csp2.617>
- Liu, G., Rowley, J. J. L., Kingsford, R. T., & Callaghan, C. T. (2021). Species' traits drive amphibian tolerance to anthropogenic habitat modification. *Global Change Biology*, 27(13), Art. 13.  
<https://doi.org/10.1111/gcb.15623>
- López-Angarita, J., Tilley, A., Díaz, J. M., Hawkins, J. P., Cagua, E. F., & Roberts, C. M. (2018). Winners and Losers in Area-Based Management of a Small-Scale Fishery in the Colombian Pacific. *Frontiers in Marine Science*, 5, 23.  
<https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00023>
- Lynch, J. D. (1999). Ranas pequeñas, la geometría de evolución y la especiación en los Andes colombianos. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 23(86).
- Mammal Diversity Database. (2022). *Mammal Diversity Database* (1.9) [Data set]. Zenodo.  
<https://doi.org/10.5281/ZENODO.4139722>
- McGinlay, J., Parsons, D. J., Morris, J., Hubatova, M., Graves, A., Bradbury, R. B., & Bullock, J. M. (2017). Do charismatic species groups generate more cultural ecosystem service benefits? *Ecosystem Services*, 27, 15–24.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.07.007>
- Mills, C. H., Gordon, C. E., & Letnic, M. (2018). Rewilded mammal assemblages reveal the missing ecological functions of granivores. *Functional Ecology*, 32(2), 475–485.  
<https://doi.org/10.1111/1365-2435.12950>

- Moreno, L. A., Andrade, G. I., Didier, G., & Hernández-Manrique, O. L. (2020). *Biodiversidad 2020. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Morrone, J. J. (2014). Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa*, 3782(1), 1–110.  
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.3782.1.1>
- Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C., D'Amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P., & Kassem, K. R. (2001). Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. *BioScience*, 51(11), 933–938.  
[https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2022a). *Datos abiertos*.  
<https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/servicio-al-ciudadano/datos-abiertos/>
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2022b). *Parques Nacionales*.  
<https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/parques-nacionales-naturales/>
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2022c). *Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP*.  
<https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap/>
- Pérez-Escobar, O. A., Lucas, E., Jaramillo, C., Monro, A., Morris, S. K., Bogarín, D., Greer, D., Dodsworth, S., Aguilar-Cano, J., Sanchez Meseguer, A., & Antonelli, A. (2019). The Origin and Diversification of the Hyperdiverse Flora in the Chocó Biogeographic Region. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1328.  
<https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01328>
- Pigot, A. L., Sheard, C., Miller, E. T., Bregman, T. P., Freeman, B. G., Roll, U., Seddon, N., Trisos, C. H., Weeks, B. C., & Tobias, J. A. (2020). Macroevolutionary convergence connects morphological form to ecological function in birds. *Nature Ecology & Evolution*, 4(2), 230–239.  
<https://doi.org/10.1038/s41559-019-1070-4>
- QGIS.org. (2022). *QGIS Geographic Information System* (3.26.1-Buenos Aires) [Debian GNU/Linux 11].
- Ramírez-Chaves, H. E., Castro, A. F. S., Morales-Martínez, D. M., Rodríguez-Posada, M. E., Zurc, D., Osbahr, D. C. C., Trujillo, A., Elkin Alexi Noguera Urbano, Peña, G. E. P., Maya, J. F. G., Torres, J. P., Meluk, H. M., Castañeda, C. L., Valencia, A. V., & Charry, D. Z. (2021). *Mamíferos de Colombia* (1.12, p. 543 records) [Data as a Darwin Core Archive file, Metadata as an EML file, Metadata as an RTF file]. Sociedad Colombiana de Mastozoología.  
<https://doi.org/10.15472/KL1WHS>
- Riemann, H., & Ezcurra, E. (2005). Plant endemism and natural protected areas in the peninsula of Baja California, Mexico. *Biological Conservation*, 122(1), 141–150.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.07.008>
- Roberts, K. E., Smith, B. J., Burkholder, D., & Hart, K. M. (2021). Evaluating the use of marine protected areas by endangered species: A habitat selection approach. *Ecological Solutions and Evidence*, 2(1).  
<https://doi.org/10.1002/2688-8319.12035>
- Rodrigues, A., Pilgrim, J., Lamoreux, J., Hoffmann, M., & Brooks, T. (2006). The value of the IUCN Red List for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(2), 71–76.  
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.10.010>

- Rondinini, C., Wilson, K. A., Boitani, L., Grantham, H., & Possingham, H. P. (2006). Tradeoffs of different types of species occurrence data for use in systematic conservation planning: Species data for conservation planning. *Ecology Letters*, 9(10), 1136–1145.  
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00970.x>
- Santini, L., Saura, S., & Rondinini, C. (2016). Connectivity of the global network of protected areas. *Diversity and Distributions*, 22(2), 199–211. <https://doi.org/10.1111/ddi.12390>
- Sarkar, S., Pressey, R. L., Faith, D. P., Margules, C. R., Fuller, T., Stoms, D. M., Moffett, A., Wilson, K. A., Williams, K. J., Williams, P. H., & Andelman, S. (2006). Biodiversity Conservation Planning Tools: Present Status and Challenges for the Future. *Annual Review of Environment and Resources*, 31(1), 123–159.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.energy.31.042606.085844>
- SIB Colombia. (2022). *Biodiversidad en cifras*.  
<https://cifras.biodiversidad.co/>
- Sullivan, B. L., Wood, C. L., Iliff, M. J., Bonney, R. E., Fink, D., & Kelling, S. (2009). eBird: A citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation*, 142(10), 2282–2292.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.05.006>
- Uetz, P., Freed, P., Aguilar, P., & Hošek, J. (2022). *The reptile database*. The reptile database.  
<http://www.reptile-database.org/>
- Universidad Externado de Colombia. (2007). *Ciudad, espacio y población: El proceso de urbanización en Colombia*. Centro de Investigación sobre Dinámica Social.
- Van Kerkhoff, L., Munera, C., Dudley, N., Guevara, O., Wyborn, C., Figueroa, C., Dunlop, M., Hoyos, M. A., Castiblanco, J., & Becerra, L. (2019). Towards future-oriented conservation: Managing protected areas in an era of climate change. *Ambio*, 48(7), 699–713.  
<https://doi.org/10.1007/s13280-018-1121-0>
- Venter, O., Magrath, A., Outram, N., Klein, C. J., Possingham, H. P., Di Marco, M., & Watson, J. E. M. (2018). Bias in protected-area location and its effects on long-term aspirations of biodiversity conventions: Protected Areas Missing Biodiversity. *Conservation Biology*, 32(1), 127–134.  
<https://doi.org/10.1111/cobi.12970>
- Vié, J.-C., Hilton-Taylor, C., Stuart, S. N., IUCN--The World Conservation Union, & IUCN Species Survival Commission (Eds.). (2009). *Wildlife in a changing world: An analysis of the 2008 IUCN red list of threatened species*. IUCN; Lynx Edicions.
- Watson, J. E. M., Darling, E. S., Venter, O., Maron, M., Walston, J., Possingham, H. P., Dudley, N., Hockings, M., Barnes, M., & Brooks, T. M. (2016). Bolder science needed now for protected areas: Protected-Area Science Needs. *Conservation Biology*, 30(2), 243–248.  
<https://doi.org/10.1111/cobi.12645>
- Watson, J. E. M., Dudley, N., Segan, D. B., & Hockings, M. (2014). The performance and potential of protected areas. *Nature*, 515(7525), 67–73.  
<https://doi.org/10.1038/nature13947>