

Artículo original

Los mamíferos del Quindío, Colombia. II. Patrones de diversidad y lista anotada de especies

Mammals of the Department of Quindío, Colombia. II. Diversity patterns and annotated checklist

● Hugo Mantilla-Meluk¹, ● Sebastián Vásquez-Palacios¹, ● Andrés F. Vargas-Arboleda¹,
● Leidy Johanna Sánchez-Alzate¹, ● Sebastián O. Montilla^{1,2}, ● Álvaro Botero-Botero³,
● Héctor Ramírez-Chaves⁴, ● Javier Muñoz-Garay¹, Aníbal González-Naranjo¹,
● Federico Mosquera-Guerra^{5,6}, Alejandro Zamora-Vélez^{1,7}, Sebastián Cuadrado-Ríos^{1,8}

¹ Colección de Mamíferos, Centro de Estudios de Alta Montaña, Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia

² Laboratorio de Ecología de Bosques Tropicales y Primatología, Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

³ Grupo de Investigaciones Biodiversidad y Educación Ambiental (BIOEDUQ), Universidad del Quindío, Armenia, Colombia

⁴ Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de Caldas; Centro de Museos, Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia

⁵ Laboratorio de Ecología Funcional, Pontificia Universidad Javeriana, Sede Bogotá, Colombia

⁶ Fundación Omacha, Bogotá, Colombia

⁷ Grupo GEPAMOL, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia

⁸ Grupo de Biodiversidad y Conservación Genética, Instituto de Genética, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

Citación: Mantilla-Meluk H, Vásquez-Palacios S, Vargas-Arboleda AF, *et al.* Los mamíferos del Quindío (Colombia) II. Patrones de diversidad y lista anotada de especies. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 47(184)541-555, junio-septiembre de 2023. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1777>

Editor: Martha Patricia Ramírez Pinilla

***Correspondencia:**

Hugo Mantilla-Meluk;
ceam@uniquindio.edu.co

Recibido: 25 de septiembre de 2022

Aceptado: 20 de abril de 2023

Publicado en línea: 29 de agosto de 2023



Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Resumen

El departamento del Quindío ocupa menos del 1 % del territorio continental de Colombia. Está ubicado en el corazón de los Andes centrales, uno de los puntos calientes de biodiversidad del planeta, y su territorio hace parte, además, del “Paisaje Cultural Cafetero”, declarado como patrimonio de la humanidad por la UNESCO. A pesar de ser considerado un departamento con gran diversidad de mamíferos, son pocos los esfuerzos compilatorios de la información sobre la mastofauna del Quindío. En este trabajo se analizan, i) la cobertura geográfica del muestreo de mamíferos en el territorio quindiano; ii) los patrones espaciales de diversidad alfa, beta y filogenética de este grupo, y iii) el estatus de conservación de las especies de mamíferos del departamento. Producto de nuestra revisión se presenta una lista de 120 especies de mamíferos distribuidos en 12 órdenes, 30 familias y 75 géneros, todas respaldadas por evidencia museológica. Estas cifras ubican al Quindío como el departamento con la mayor diversidad de mamíferos por unidad de área en Colombia, y una de las divisiones administrativas de primer orden (estados, departamentos, provincias) con mayor diversidad en este grupo taxonómico a nivel global.

Palabras clave: Andes, Distribución; Diversidad; Eje Cafetero; Mastofauna; Riqueza.

Abstract

The department of Quindío accounts for less than 1% of the continental Colombian territory. It is located in the core of the Central Andes, identified as a global hot spot of biodiversity, and it is part of the Coffee Cultural Landscape declared as a human heritage by UNESCO. Despite this high diversity, the efforts to compile information on mammalian diversity in the department are still limited. Here we present the first analyses on i) the mammalian sampling effort in Quindío; ii) the alpha, beta, and phylogenetic diversity for this group of vertebrates, and iii) a revision of the conservation status of the mammal species in the Department. We include a list of 120 mammalian species distributed in 12 orders, 30 families, and 75 genera, all supported by museological scientific

evidence, which makes Quindío the department with the highest mammalian diversity per unit of area in Colombia and one of the most diverse first-order administrative units (states, departments, provinces) in terms of mammals at the global level.

Key words: Andes, Coffee Region; Distribution; Diversity; Mastofauna; Richness.

Introducción

Los Andes del norte en Colombia han sido reconocidos como un punto caliente (*hot-spot*) de biodiversidad y endemismo (Brooks *et al.*, 2002); también albergan al 70 % de la población colombiana, lo que ha resultado en la degradación y la pérdida de ambientes naturales en más del 60 % de su extensión (Armenteras *et al.*, 2003, 2011). Esta situación exige la generación de información verificable que oriente la planificación, el diseño y la implementación asertiva de acciones para la conservación de la mastofauna y sus hábitats.

Las listas de especies con información a nivel departamental son herramientas fundamentales para la conservación (Solari *et al.*, 2013), ya que en Colombia un volumen significativo de las decisiones ambientales se concentra en los departamentos y municipios, incluida la formulación de planes de ordenamiento territorial (Ley Orgánica de Ordenamiento, 2011, <https://pruebaw.mininterior.gov.co/>). La elaboración de listas de especies brinda también una oportunidad única para detectar vacíos de información, patrones de variación biológica y amenazas a la biodiversidad, lo que permite definir prioridades de investigación y conservación.

En el Quindío, los esfuerzos de documentación de la fauna de mamíferos aún son limitados, aunque se cuenta con compendios y registros en algunas zonas del departamento (Allen 1916; Aguilar-Garavito *et al.*, 2014; Arias-Alzate *et al.*, 2014; Gómez-Hoyos *et al.*, 2014; Palacio *et al.*, 2014; Saavedra-Rodríguez *et al.*, 2014; Botero-Botero *et al.*, 2016; Torres Trujillo & Mantilla-Meluk, 2017; Mantilla-Meluk *et al.*, 2018; Montilla *et al.*, 2018; Vásquez-Palacios *et al.*, 2019).

La primera lista de la diversidad de mamíferos en el Quindío se consolidó en el 2005 y estuvo a cargo de Diego Duque Montoya (Subdirección de Políticas Ambientales de la Corporación Autónoma Regional del Quindío). Este compendio sumó 97 especies de mamíferos, información derivada de tres estudios en los que se realizaron capturas de individuos, y cuatro estudios que referencian la presencia de mamíferos en el departamento a partir de comentarios personales, avistamientos, huellas y rastros en informes técnicos citados por González-Naranjo (2006).

La referencia bibliográfica más utilizada sobre la presencia de mamíferos en el Quindío es la lista nacional de Solari *et al.* (2013). Los autores aportan datos respaldados por evidencia sobre la presencia de 33 especies; a ello se suman 62 taxones con distribución nacional sugerida, que se asume que también están presentes en el departamento. Esto significa un total de 95 especies de mamíferos que estarían presentes en el Quindío. A pesar de los avances representados por estos estudios, consideramos que aún se requieren esfuerzos de documentación para consolidar una línea de base actualizada que respalde la investigación y la conservación de los mamíferos en el departamento.

En este estudio se presenta una lista global de especies de mamíferos del departamento del Quindío y se analizan, i) la cobertura geográfica del muestreo de mamíferos; ii) sus diversidades alfa, beta y filogenética, y iii) su estatus de conservación.

Materiales y métodos

Obtención de los datos sobre la presencia de especies de mamíferos

Las referencias incluidas en esta sección se incluyen en el **anexo I**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1777/3364>. Los registros de las especies de mamíferos se recuperaron de cuatro fuentes: i) la revisión de especímenes testigo (*voucher*) depositados en colecciones científicas (Colección de Mamíferos de la Universidad del Quindío - CMUQ, Colección de Mamíferos del Museo de Historia Natural de la

Universidad de Caldas - MHN-UCa, y Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca - MHNUC); ii) los registros fotográficos del Repositorio de Imágenes de la CMUQ (RF-CMUQ), base de datos que se ha nutrido a partir de los siguientes proyectos: Estudio de especies objeto de conservación en las áreas de conservación administradas por la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ) (Mantilla-Meluk *et al.*, 2018) y Modelo de ocupación para el venado soche (*Mazama rufina*) en los Andes del Quindío (Lizcano *et al.*, 2021); iii) los registros disponibles en el repositorio de la plataforma **Global Biodiversity Information Facility - GBIF** (2018), la cual incluyó inicialmente 1.327 registros de mamíferos provenientes del departamento del Quindío. Esta base de datos contiene registros de las siguientes instituciones: Colección del Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH); Asociación Primatológica Colombiana (APC); iNaturalist; Colección de Mamíferos de la Universidad de Caldas (MHNU-Ca); Colección de Mamíferos de la Universidad del Valle (UV); Colección de Mamíferos de la Universidad del Quindío (CMUQ); Colección de Mamíferos del Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia (ICN); Colección de Mamíferos, Universidad ICESI (ICESI-MF); Colección de Mamíferos del Museo de Historia Natural de la Pontificia Universidad Javeriana (MPUJ); Mammal Collection, American Museum of Natural History (AMNH) y National Museum of Natural History, Smithsonian Institution (NMNH), y, por último, iv) los registros señalados en la literatura científica, incluidas tesis de grado realizadas en el departamento del Quindío, además de las obras citadas en el **anexo I**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1777/3364>.

Cobertura geográfica de la documentación de los mamíferos del Quindío

Con el fin de validar la ubicación geográfica de los registros de mamíferos obtenidos y de describir el patrón de esfuerzo de muestreo y las áreas con vacíos de información en el departamento, se elaboró un mapa con la ubicación espacial de las localidades de muestreo de mamíferos en el Quindío utilizando el programa ArcGIS10.4. Los registros localizados fuera del área departamental se eliminaron.

Lista de especies de mamíferos del Quindío. La lista de especies incluyó únicamente taxones con material de soporte, es decir, material museológico depositado en colecciones científicas (piel-cráneo, material genético) o registro fotográfico. Los campos de la lista incluyeron el número de catálogo, el municipio de procedencia, la distribución altitudinal y la categoría de amenaza de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2023). En este estudio se siguió la nomenclatura del Mammal Diversity Database (2022) (<https://www.mammaldiversity.org>).

Registros notables. Se consideraron registros notables aquellos que verifican la presencia de las especies de mamíferos no reportadas previamente en el Quindío, independientemente de que su presencia sea o no esperada en el territorio departamental. También se destacan como notables los nuevos registros de especies no documentadas en museos durante más de un siglo.

En esta sección, además, se hace una anotación particular sobre la única especie sugerida como endémica para el departamento, el primate *Aotus jorgehernandezi*, conocido únicamente por el ejemplar tipo y cuyo origen y afinidades filogenéticas son inciertas.

Distribución geográfica de la riqueza de mamíferos en el Quindío

Con el fin de determinar la distribución de la riqueza de mamíferos en el departamento, se desarrollaron modelos de nicho para especies en los órdenes mejor representados. El modelamiento se efectuó mediante el algoritmo de máxima entropía del programa MaxEnt, versión 3.3.3k (Phillips *et al.*, 2006). Para aquellas especies que no contaron con el número de registros sugeridos por Phillips *et al.* (2006), se siguió el procedimiento descrito en Mantilla-Meluk *et al.* (2009), es decir, la identificación y selección de los ecosistemas de Colombia (Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia, versión 2.1 a escala 1:100.000) asociados a los registros disponibles sobre la presencia del grupo de interés. Los polígonos obtenidos se recortaron de acuerdo con los límites de elevación

sugeridos en la literatura para el taxón en consideración utilizando la extensión *Spatial Analyst* en ArcGIS. 10.4. Los archivos obtenidos se delimitaron para el área del Quindío y se transformaron de manera booleana (presencia: 1; ausencia: 0). Los modelos generados se sumaron con ayuda de la función *Spatial Analyst* en ArcGIS 10.4.

Distribución y estructura altitudinal de la comunidad de mamíferos del Quindío. Se construyó una matriz de ordenamiento de la distribución en el gradiente de elevación con base en los rangos mínimos y máximos de las especies de mamíferos en el departamento, descritos en la literatura (Solari *et al.*, 2013) o asociados con los registros en la base de búsqueda para la construcción de la lista de especies en este estudio. La matriz se utilizó para evaluar la estructura de la comunidad en el gradiente de elevación siguiendo procedimientos numéricos de Presley *et al.* (2010). Como contraste visual, se construyó un perfil de vegetación idealizado para el gradiente altitudinal del Quindío a partir de la fitosociología sugerida para el flanco occidental de la cordillera Central por Rangel *et al.* (1997).

Patrón espacial de la diversidad genética de mamíferos del Quindío. Espacialmente se exploró la diversidad filogenética a nivel municipal (12 municipios) y según la zonación ecológica del Quindío construida con base en los trabajos de Hernández-Camacho *et al.* (1992) (biogeografía), Holdridge (1967) (elevación y temperatura) y Cuatrecasas (2017), en la que se reconocen las zonas de valle del río La Vieja: tierras bajas del noroccidente del departamento entre los 800 y los 1800 m; la andina: entre los 1.800 y los 2.500 m de pendiente inferior a los 25°, y la alto andina, con una altitud superior a los 2.500 m s.n.m. y pendiente superior a 25°, que incluye los ambientes de bosques de niebla y páramo.

Diversidad filogenética. La diversidad filogenética de cada municipio y zona se calculó mediante la suma del largo de las ramas de las especies presentes en cada partición geográfica, dada una filogenia bayesiana generada a partir de la variación en los marcadores mitocondriales *COI* y *Cyt b* en MrBayes 3.2 (Ronquist *et al.*, 2012), siguiendo la metodología en Vargas-Arboleda *et al.* (2020), e insertando manualmente las especies sin datos genéticos disponibles con la librería *phytools* en R (Revell, 2012).

Distinción evolutiva. La distinción evolutiva comunitaria se evaluó según los procedimientos descritos en Sun *et al.* (2020) calculando el puntaje promedio de la distinción evolutiva (ED) de todas las especies en las divisiones geográficas analizadas (municipios y zonas). Los valores de ED de cada especie se obtuvieron a partir de la lista EDGE (<https://www.edgeofexistence.org/edge-lists/>), versión 2020, del programa EDGE of Existence, y representan la diversidad filogenética o evolutiva única de cada especie. Los datos de ED se utilizaron paralelamente para identificar las especies del departamento con los mayores valores de distinción evolutiva, o sea, las de mayor carga evolutiva única, y para explorar los valores de variación evolutiva de cada zona graficando la distribución de los valores de ED y su densidad de probabilidad. Dado que la lista EDGE utiliza los valores de ED y las categorías de amenaza de cada especie para generar una lista global de especies evolutivamente únicas y amenazadas, se reportan aquí las especies presentes en el departamento e incluidas en la lista EDGE, versión 2020.

Diversidad beta. Los patrones de estructuración espacial de la biodiversidad beta se evaluaron mediante el cálculo de matrices de correlación y análisis de agrupamiento, utilizando como conformaciones geográficas los municipios del departamento y la propuesta de zonación. La diversidad beta también se calculó considerando la diversidad filogenética para las particiones espaciales. Los análisis se hicieron usando la librería *vegan* (Oksanen *et al.*, 2007) y *picante* (Kembel *et al.*, 2010) en R (R Core Team, 2016, <http://www.R-project.org>). En los análisis de diversidad solo se utilizaron registros de especies soportados museológicamente.

Resultados

Cobertura geográfica de la documentación de los mamíferos del Quindío

La **figura 1** presenta la distribución de las localidades de muestreo en el departamento del Quindío.

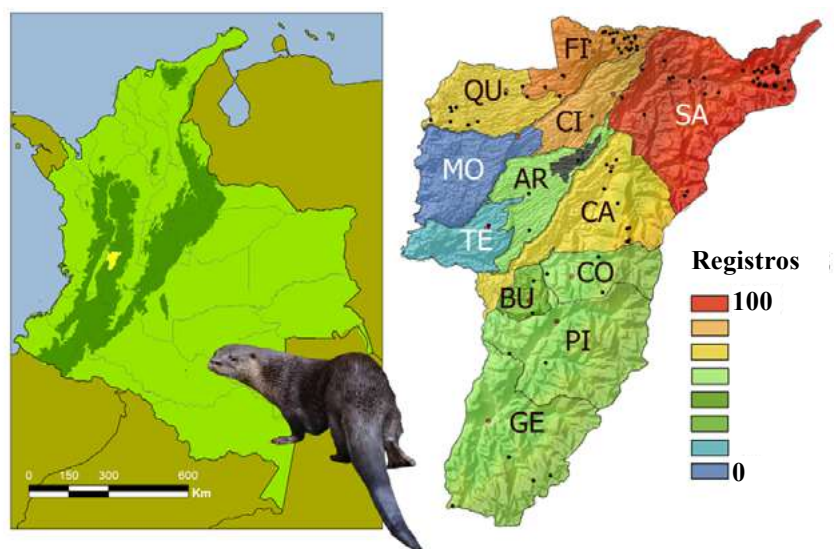


Figura 1. Izquierda: mapa de Colombia y ubicación del departamento del Quindío (en amarillo). Derecha: cobertura del esfuerzo de muestreo de mamíferos en el Quindío por municipio. Ar: Armenia; BU: Buenavista; Ca: Calarcá; CI: Circasia; CO: Córdoba; FI: Filandia; GE: Génova; MO: Montenegro; PI: Pijao; QU: Quimbaya; SA: Salento; TE: La Tebaida

Lista de especies

Se reporta una lista de 120 especies de mamíferos pertenecientes a 12 órdenes, 30 familias y 75 géneros (**Anexo II**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1777/3364>). Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 2023), de las 120 especies reportadas en el departamento, una (*Tapirus pinchaque*) se encuentra “En peligro” (EN); el 4,46 % se encuentra reportado como “Vulnerable” (VU); el 2,67 % como “Casi amenazado” (NT); el 81,25 % en la categoría de “Preocupación menor” (LC); el 4,46 % en “Datos insuficientes” (DD), y el 6,25 % aún no se ha evaluado (**Anexo II**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1777/3364>).

Registros notables

Se listan por primera vez en el Quindío, el marsupial *Monodelphis adusta*; el murciélago *Lasiurus blossevillei* y los roedores *Melanomys caliginosus*, *Neacomys tenuipes*, *Thomasomys baeops* y *Transandinomys talamancae*, así como los carnívoros *Procyon cancrivorus* y *Leopardus wiedii*. Después de 105 años, se documenta la presencia del marsupial *Marmosa phaeus* (comentario en **anexo II**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1777/3364>) y el roedor *Microryzomys minutus* y los segundos eventos de recolección de los ratones *Chilomys instans*, *Handleyomys alfaroi* y *Rhipidomys latimanus*, así como la segunda observación del “torito del bambú”, *Olallamys albicaudus*, en el municipio de Génova, después de 63 años de su primer reporte en el municipio de Salento (**Anexo II**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1777/3364>).

Como se mencionó en Materiales y métodos, una sola especie, el mono nocturno *Aotus jorgehernandezi*, aparece en nuestro análisis como endémica.

Distribución geográfica de la riqueza de mamíferos en el Quindío

En la **figura 2** se presentan los modelos de distribución de riqueza para los órdenes Chiroptera, Rodentia, y Carnivora, al igual que el modelo de riqueza acumulada por estos tres grupos en el territorio quindiano; estos órdenes son los mejor representados en número de especies a nivel departamental (Chiroptera: 55 spp.; Rodentia: 28 spp.; Carnivora: 14 spp.; Didelphimorphia: 8 spp.), lo que suma 105 de las 120 especies en nuestro estudio, y representa el 87,5 % de la diversidad total de mamíferos en el departamento.

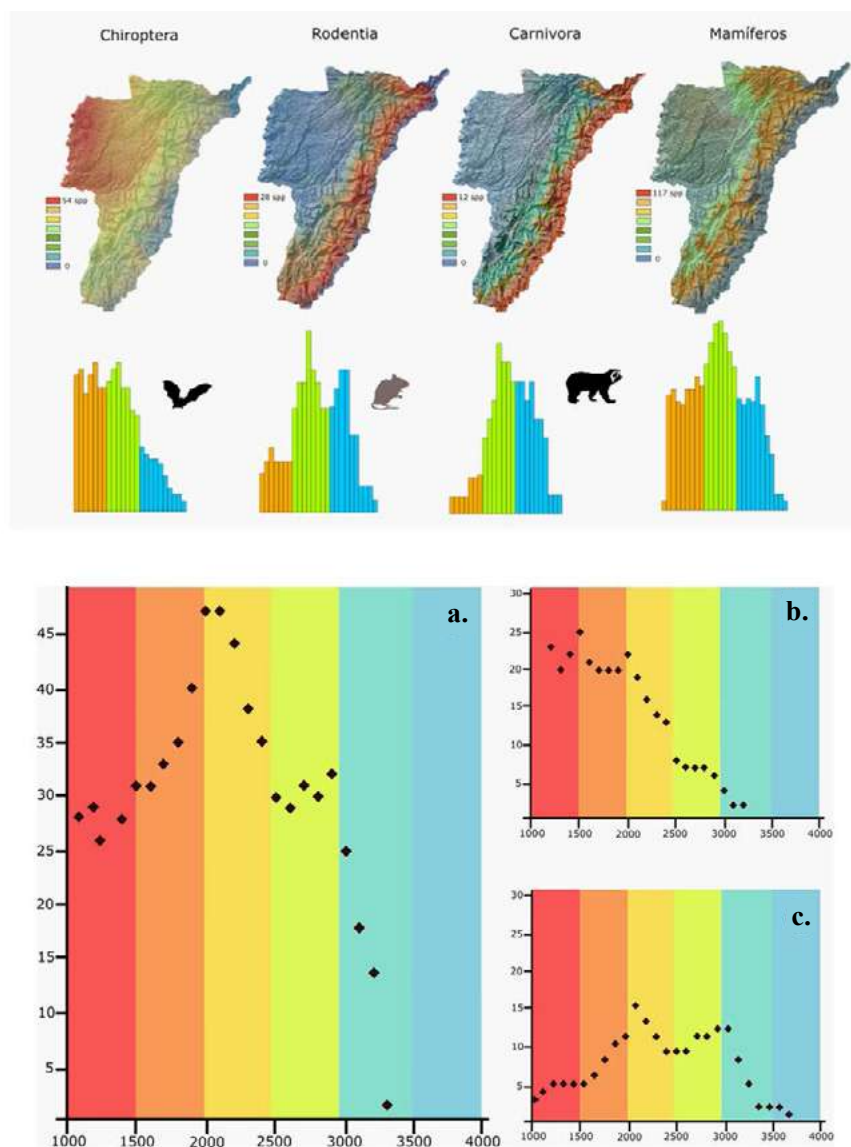


Figura 2. En la fila superior, de izquierda a derecha, distribución de la diversidad alfa (riqueza) de los órdenes Chiroptera (54 spp.), Rodentia (28 spp.), Carnivora (13 spp.), y 120 especies de mamíferos del departamento del Quindío. En la fila intermedia, acumulación de especies de los grupos de mamíferos más diversos en el departamento en el gradiente de elevación. Las barras en naranja representan el rango entre los 800 y los 1.800 m s.n.m.; en verde: de 1.800 a 2.500 m s.n.m., y en azul: >2.500 m s.n.m. En la parte inferior se observa el ordenamiento y la partición espacial con las tendencias de **a)** todas las especies de mamíferos del Quindío; **b)** murciélagos, y **c)** roedores.

Distribución y estructura altitudinal de la comunidad de mamíferos del Quindío. En la **figura 3** se presenta la salida visual de la ordenación de los rangos de distribución altitudinal y el patrón de asociación de las comunidades en el gradiente de elevación del Quindío discriminado por órdenes. Se muestra también el tipo de estructura obtenido para murciélagos (anidado), roedores (clemenciano) y carnívoros (asociado).

Diversidad filogenética y distinción evolutiva

En nuestra evaluación por zonas, la andina, en la franja altitudinal intermedia (1800-2500 m), presentó los valores más altos en los índices de diversidad taxonómica y diversidad y distinción filogenéticas comunitarias (**Figura 4**). Al graficar la distribución de los valores

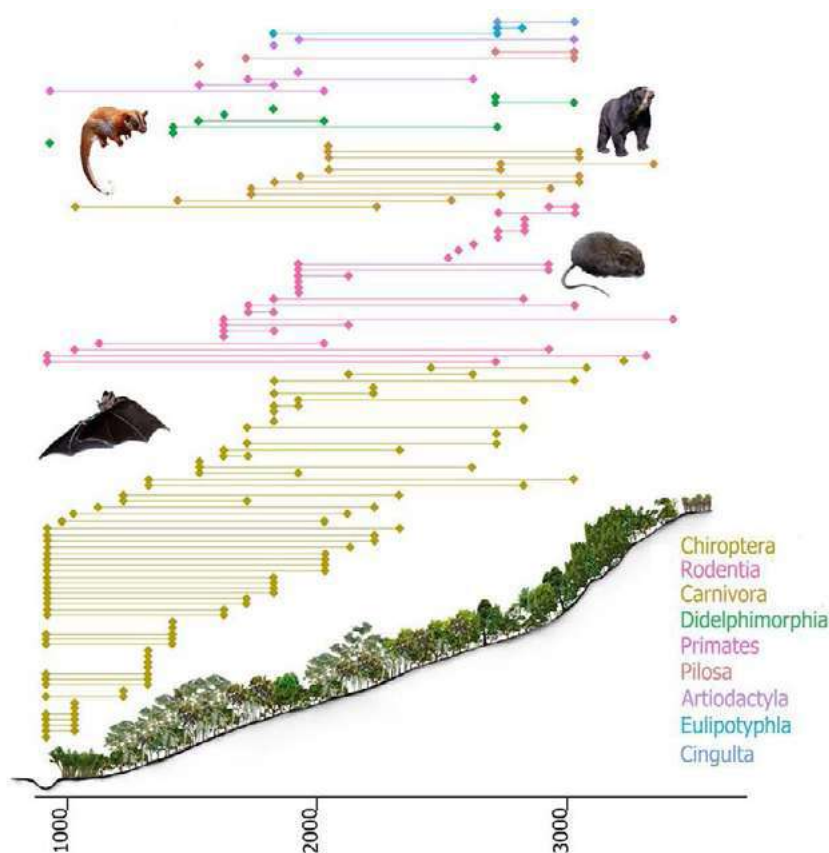


Figura 3. Rangos de elevación de 113 de las 119 especies de mamíferos del departamento del Quindío documentadas en este estudio. Se presenta un perfil idealizado de vegetación construido a partir de la propuesta fitosociológica de **Rangel et al.** (1997) para la vertiente occidental de la cordillera Central en Colombia.

de ED y su densidad de probabilidad, se observó que el área de mayor probabilidad es similar para cada zona, siendo la andina la de mayor cantidad de datos fuera del límite máximo (*outliers*) (**Figura 4a**). La **figura 4d** presenta las especies con valores de distinción evolutiva mayor a 10, de las cuales *Dicotyles tajacu*, *Noctilio albiventris*, *Tamandua mexicana*, y *Tremarctos ornatus* fueron las especies con valores más altos. De las especies reportadas en el departamento, cuatro se encuentran en la lista EDGE: *Aotus lemurinus*, *Leopardus pardalis*, *Tapirus pinchaque*, y *Tremarctos ornatus* (**Figura 4d**).

Diversidad beta. El análisis de agrupamiento espacial de la diversidad beta para la riqueza entre zonas evidenció una mayor similitud entre el valle de la Vieja y la zona andina en las elevaciones entre los 1800 y los 2500 m (**Figura 5a**). En contraste, el agrupamiento de la diversidad beta, basada en la diversidad filogenética, agrupó las zonas de menor elevación y señaló la zona alto andina como la más divergente (**Figura 5c**).

A nivel de municipios, el análisis de agrupación espacial de diversidad beta basada en la riqueza de especies arrojó dos agrupaciones, así: los municipios cordilleranos al oriente y los municipios ubicados en tierras bajas al noroccidente del departamento.

Por su parte, la diversidad beta calculada a partir de la diversidad filogenética a nivel de municipios, evidenció un patrón espacial más complejo, que agrupó en una unidad a los municipios de la zona montañosa del sur y el municipio de Filandia; los municipios del noroccidente, y los municipios en un corredor transversal en el gradiente de elevación que conecta Salento, Calarcá y La Tebaida, y que aquí designamos como el “corredor biológico de los Quindos” (**Figuras 5 b y d**).

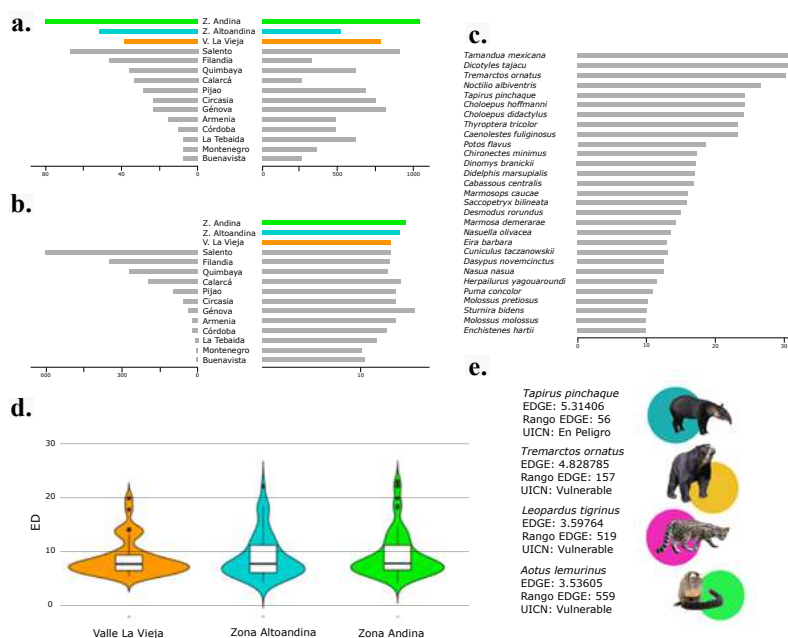


Figura 4. **a)** Número de especies y diversidad filogenética de ecorregiones y municipios del departamento. **b)** Número de registros y distinción evolutiva de la comunidad (CED) de cada departamento y ecorregión. **c)** Especies reportadas en el departamento del Quindío con valores de distinción evolutiva (ED) mayores a 10. **d)** Promedio, distribución de datos, densidad de probabilidad y *outliers* de los valores de distinción evolutiva (ED) de las especies detectadas en las ecorregiones delimitadas en el departamento. **e)** Especies EDGE reportadas para el departamento del Quindío, con su respectivo valor EDGE, rango y categoría IUCN.

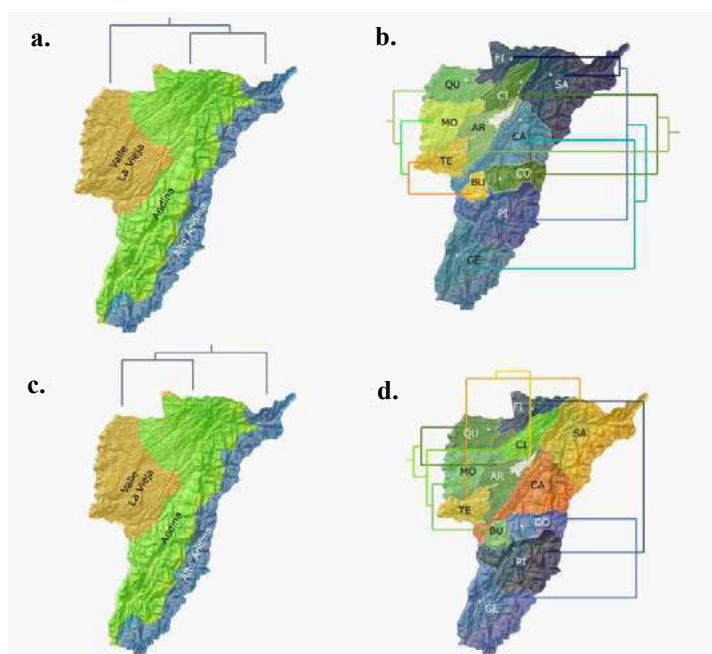


Figura 5. Análisis de agrupamiento de Jaccard entre zonas (a y c) y municipios (b y d) del departamento del Quindío según el recambio entre especies (diversidad beta), con base en la riqueza (a y b) y la diversidad filogenética (c y d). En los mapas b y c, las tonalidades de color (cálidos: amarillo-naranja; verdes, y azules) representan las afinidades entre municipios. AR (Armenia); BU (Buenavista); CA (Calarcá); CI (Circasia); CO (Córdoba); FI (Filandia); GE (Génova); MO (Montenegro); PI (Pijao); QUI (Quimbaya); SA (Salento); TE (Tebaida).

Discusión

En el corazón de los Andes centrales, el departamento del Quindío, que tan solo representa el 0,16 % del territorio nacional continental (1.845 km²), alberga el 21,73 % de la mastofauna de Colombia (120 spp. /543 spp.) (**Ramírez-Chaves et al.**, 2021a), lo que lo convierte en el departamento con la mayor diversidad en este grupo de vertebrados por unidad de área en Colombia y una de las unidades administrativas de primer orden (esto es, departamentos, estados, provincias), con mayor diversidad de mamíferos por unidad de área a nivel global. Como unidad administrativa de primer orden, el Quindío solo supera en extensión en Suramérica al departamento de Montevideo, Uruguay (200 km²; 94 spp de mamíferos continentales a nivel nacional, Sociedad Zoológica del Uruguay, <https://szu.org.uy/mamiferos2.html>) y al estado de Vargas, Venezuela (1.497 km², 38 spp a nivel de estado; EcoRegistros <https://www.ecoregistros.org/site/provincia.php?id=395>).

Comparado con los departamentos de la región del Eje Cafetero, el Quindío contiene el menor número de especies de mamíferos después del Valle del Cauca (212 spp.) (**Rojas et al.**, 2012), Caldas (179 spp.) (**Ramírez-Chaves et al.**, 2021b) y Risaralda (134 spp.) (**Castaño et al.**, 2017), departamentos de mayor extensión y más representación de regiones biogeográficas y cuencas hidrográficas. Cabe resaltar que el esfuerzo de documentación de mamíferos en los departamentos vecinos, se ha dado en el marco de un interés más prolongado de las colecciones científicas asociadas a instituciones de educación superior, lo que ha permitido no sólo incorporar un mayor volumen de material sino también su análisis sistemático.

En cuanto a la cobertura geográfica de la documentación de los mamíferos del Quindío, esta se concentra en la porción norte del departamento, en los municipios de Salento y Calarcá, y en las adyacentes tierras bajas del roble, en los municipios de Filandia y Quimbaya (**Figura 1**). En su parte norte, el departamento contiene el paso de interconexión más corto y menos alto entre los valles del Cauca y el Magdalena, el así llamado “Paso de los Quindos” o “Camino Nacional” (ver mapa del paso del Quindío en el **anexo III**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1777/3364>), situación que históricamente ofreció facilidad logística para la exploración científica de los naturalistas del siglo XIX. El paso también fue una de las rutas en las expediciones científicas de la primera mitad del siglo XX, adelantadas por recolectores profesionales asociados a diferentes instituciones, destacándose las expediciones del Museo Americano de Historia Natural (AMNH) entre 1910 y 1915 (**Allen**, 1916; **Mantilla-Meluk et al.**, 2023). Por otra parte, el acceso a la porción sur del departamento ha representado un reto por su abrupta geografía.

Es importante anotar que, como en otras regiones del país, la documentación científica en campo se vio afectada por el conflicto armado. En el Quindío, el frente 50 de las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC) operó en las zonas rurales con una mayor presencia en los municipios cordilleranos de la porción sur: Buenavista, Córdoba, Génova, y Pijao (**González-Posso et al.**, 2020).

En lo que respecta a los cambios y adiciones a listas previas de mamíferos del Quindío, nuestro estudio agregó 20 especies de mamíferos no verificadas para el Quindío a la lista de Duque Montoya (En: **González-Naranjo**, 2006) (ver tabla en **anexo II**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1777/3364>). También se introdujeron cambios en la taxonomía y se detectaron algunos errores tipográficos que se documentaron para facilitar la trazabilidad taxonómica en ese estudio: *Didelphis albiventris* (*D. pernigra*); *Mimon crenulatum* (*Gardnerycteris crenulatum*); *Carollia brevicaudum* (*C. perspicillata*); *Sturnira lilium* (restringido a la porción sur de Suramérica); *Vampyressa pusilla* (*V. thyone*); *Vampyriscus nymphaea* (*Vampyressa nymphaea*); *Vampyrops dorsalis* (*Platyrrhinus dorsalis*); *Uroderma bilobatum* (*U. convexum*); *Artibeus jamaicensis* (restringido a las regiones Caribe y Pacífica); *Artibeus cinereus* y *A. glaucus* (*Dermanura bogotensis*); *Artibeus hartii* (*Enchistenes hartii*); *Anoura luismanueli* (probablemente, *A. aequatoris*); *Choeroniscus intermedius* (*C. minor*); *Myotis oxiota* (*Myotis oxyotus*);

Orizomis alfaroi (*Oryzomys* = *Handleyomys alfaroi*); *Microxis bogotensis* (*Microxus* = *Neomicroxus*); *Orizomis albigularis* (probablemente, *Oryzomys* = *Nephelomys pectoralis*); *Oryzomis minutus* (*Oryzomys* = *Microrizomys minutus*); *Heteromys anomalus* (*H. australis*); *Microsciurus mimulus* (*Leptosciurus mimulus*; probablemente, *L. pucheranii*); *Sciurus granatensis* (*Syntheosciurus granatensis*); *Mustela frenata* (*Neogale frenata*), y *Sylvilagus brasiliensis* (*Sylvilagus salentus*). La lista de Duque Montoya (En **González-Naranjo**, 2006) incluyó a *Phyllostomus elongatus* (taxón reportado para el Valle del Cauca por **Solari et al.** (2013), aunque la mayoría de sus registros provienen de la vertiente oriental de los Andes del norte), a *Vampyroides caraccioli* (probablemente, *V. major*), y a *Phyllander oposum* y *Coendu prehensilis*.

En nuestro estudio se señala que, de las 95 especies sugeridas para el Quindío en la lista seminal de **Solari et al.** (2013), el registro de 25 taxones aún no cuenta con evidencia de soporte en el departamento (**Anexo II**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1777/3364>). Según nuestro análisis, el mayor número de especies de quirópteros y roedores concuerda con el patrón de representatividad de mamíferos a nivel nacional, en el que estos dos taxones suman más del 60 % de las especies (**Solari et al.**, 2013, **Ramírez-Chaves et al.**, 2021b).

En cuanto a los endemismos en el Quindío, con excepción de *Aotus jorgehernandezi*, de la que se conoce únicamente el holotipo, correspondiente a un ejemplar en cautiverio putativamente recuperado en el Parque Nacional Natural Los Nevados, en límites con el departamento de Risaralda (**Defler & Bueno**, 2007), ninguna especie está restringida al departamento. Aunque el ejemplar tipo fue depositado en la colección de mamíferos Alberto Cadena García del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (número de catálogo ICN 14023), el material no se ubicó en la fecha de la descripción y su diagnóstico se sustentó en diferencias cariotípicas, a partir del material fotográfico aportado por **Torres et al.** (1998) (**Figura 6**). *Aotus jorgehernandezi* exhibe un número diploide de 50 cromosomas y es divergente en constitución y arreglos de las bandas C y G de lo publicado para el género (**Defler & Bueno**, 2007). **Torres et al.** (1998) determinaron el cariotipo de un espécimen de *Aotus* y hallaron que tenía un número cromosómico de $2n = 50$ (*A. lemurinus*: 58; *A. griseimembra*: 52, 53, 54; *A. zonalis*: 55, 56), con nueve pares de cromosomas metacéntricos, tres de cromosomas submetacéntricos y 12 de cromosomas acrocéntricos (**Figura 6**). En términos de coloración, *A. jorgehernandezi* tiene una banda frontal negra más ancha y una banda malar oscura mucho más densa que las descritas para *A. lemurinus*. Por último, en la descripción de la especie se menciona que *A. jorgehernandezi* posee una cobertura de pelos blancos desde el pecho y a lo largo de la poción ventral de los brazos hasta las muñecas (**Defler & Bueno**, 2007) (**Figura 6**).

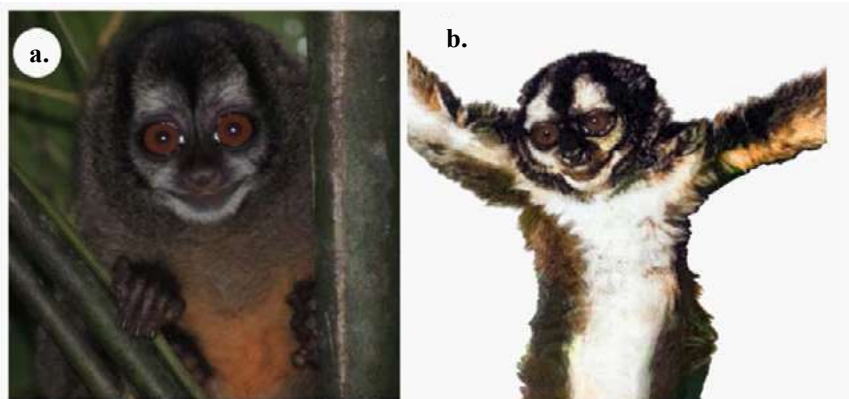


Figura 6. *Aotus lemurinus* del Quindío (municipio de Pijao, foto: S. O. Montilla) y foto del individuo de *A. jorgehernandezi* con cariotipado (ICN-14023, $2n=50$), putativamente proveniente del PNN Los Nevados en territorio del Quindío (foto coloreada por S. A. Cuadrado-Ríos)

Ruiz-Herrera et al. (2005) registraron un cariotipo de *Aotus* con las mismas características reportadas para *A. jorgehernandezii* (**Torres et al.**, 1998) en un individuo de procedencia desconocida, cautivo en el zoológico de Barquisimeto, Venezuela. Hasta la fecha, los únicos dos individuos con cariotipos asignados a *A. jorgehernandezii* han sido animales de procedencia desconocida, mantenidos en cautiverio, como lo anotan **García-Restrepo & Montilla** (2021). En este sentido, es necesario realizar estudios que integren técnicas de determinación del cariotipo y análisis moleculares, morfométricos o morfológicos para establecer las afinidades taxonómicas de *A. jorgehernandezii* y dilucidar su distribución.

En lo que atañe a los patrones geográficos de distribución de la diversidad de mamíferos del departamento, deben contemplarse los siguientes aspectos. *Segregación de la riqueza en el rango altitudinal*. El primer patrón que se estableció fue una segregación filogenética de la diversidad de mamíferos según el rango de elevación. La riqueza de los murciélagos, el grupo más diverso (54 spp), se concentró en las tierras bajas (< 2000 m) y disminuyó hacia la porción cordillerana en el oriente. Este patrón, asociado a restricciones fisiológicas impuestas por el alto metabolismo de los quirópteros, se ha verificado a nivel nacional en las familias Phyllostomidae (**Mantilla-Meluk et al.**, 2009) y Emballonuridae (**Mantilla-Meluk et al.**, 2014). En contraste, la riqueza de roedores y carnívoros, los grupos más diversos después de los quirópteros, se concentró en ambientes andinos y alto andinos (**Figura 2**). **Maestri & Patterson** (2016) verificaron el recambio de especies de roedores a lo largo de los gradientes de elevación en los Andes y señalaron que la topografía es un elemento explicativo de la gran diversidad de este grupo en el Neotrópico.

En su análisis global, **Willig & Presley** (2015) encontraron el mismo patrón aquí reportado, con bajos valores de ajuste de la riqueza frente a la elevación en murciélagos ($R^2=0,30$) y un valor alto en ratones ($R^2=0,78$).

Efecto de dominio medio en los mamíferos del Quindío. Cuando se analizaron en conjunto la riqueza de los quirópteros, los roedores y los carnívoros, se encontró que el mayor valor se presentó en las elevaciones intermedias de la zona andina (**Figura 3**). Esta acumulación corresponde a la superposición de las distribuciones máximas en la elevación de especies de tierras bajas, y la distribución mínima en la elevación de especies de alta montaña, corroborando un efecto geométrico de dominio medio (EDM).

McCain (2005) señala la influencia que las condiciones locales tienen sobre los patrones de diversidad de los mamíferos en los gradientes de elevación y sugiere que el EDM es más acentuado cuando los límites del gradiente analizado se asocian a condiciones ambientales extremas, como es el caso del sistema orográfico del Quindío, el cual se caracteriza por pendientes superiores a 25° que hacen que los cinturones térmicos se reemplacen abruptamente, sobre todo en elevaciones superiores a los 2.500 m (**Figuras 2 y 3**).

Resulta interesante señalar que Hernández-Pinsón (2016. **Anexo I**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1777/3364>) evaluó a partir de datos de campo el EDM para quirópteros del departamento del Quindío sin encontrar un ajuste, en tanto que **Villegas-Betancourt** (2017) en roedores de la vertiente occidental de la cordillera Central encontró un ajuste bajo en su modelo de EDM. Como ya se mencionó, estos dos grupos se reemplazan en el gradiente de elevación, lo que explica que el EDM sea evidente en el análisis conjunto, pero no se detecte en las evaluaciones parciales. Las particiones parciales de la comunidad de murciélagos a lo largo del gradiente presentaron una estructura altamente anidada, siendo la comunidad de la alta montaña un subgrupo de la comunidad por debajo de los 1.800 m; los roedores presentaron una asociación clemenciana, con grupos coherentes de especies reemplazándose a lo largo del gradiente (**Presley et al.**, 2010).

Diversidad filogenética y diversidad beta. Los valores de diversidad filogenética en la filogenia bayesiana generada (**Anexo IV**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1777/3364>) confirmaron la gran riqueza taxonómica de cada municipio. Los valores de distinción filogenética comunitaria se consideran altos, inclusive para aquellos municipios con pocas especies.

Por otra parte, la evaluación de la diversidad beta evidenció que, estadísticamente, la riqueza taxonómica de los ecosistemas de montaña (zonas, andina y alto andina) difiere de la de las tierras bajas de la zona del valle del río La Vieja (<1800 m s.n.m.), pero que las especies que han conquistado los ambientes altoandinos han sufrido una mayor divergencia filogenética. Las exigencias climáticas de los sistemas de alta montaña representan compromisos evolutivos en el metabolismo (Morrison *et al.*, 1963 a, b); la dieta (Willig & Presley, 2015), y la expresión del tamaño (Mani, 1980), que, tomadas en conjunto, se convierten en potenciales fuerzas selectivas canalizadoras. Los sistemas de montaña operan, asimismo, como islas biogeográficas, lo que conlleva la potencial acumulación de cambios genéticos (Maestri & Patterson, 2016). Además, los grupos más representativos de la alta montaña quindiana, roedores y carnívoros, provienen mayoritariamente de ancestros que, desde Norte América, arribaron al subcontinente a través del Istmo de Panamá durante el Gran Intercambio de Fauna (*Great American Biotic Interchange*, GABI), el cual involucró tanto procesos selectivos de canalización como periodos de aislamiento con acumulación de cambios genéticos (Laurito & Valerio, 2012).

La gran diversidad mastozoológica del Quindío confirmada en este estudio plantea la responsabilidad de entenderla y así poder protegerla, tarea histórica que solo será posible mediante un efectivo diálogo de voluntades y saberes. Esperamos que este primer compendio analítico sea fuente de consulta y facilite la tarea a las nuevas generaciones de mastozoólogos, y que, así mismo, provea elementos de ordenamiento para la toma de decisiones.

Información suplementaria

Ver información suplementaria en <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1777/3364>

Agradecimientos

A la Universidad del Quindío, a su Programa de Biología y a su Vicerrectoría de Investigación, en particular a M. M. González y D. Duarte, por el apoyo en la consolidación de la CMUQ y sus procesos administrativos. A J. M. Cortés Orozco, E. A. García Hincapié y D. C. Valencia Zapata de la Corporación Autónoma Regional del Quindío por el apoyo en la investigación en campo.

Contribución de los autores

HMM: concepción del manuscrito, documentación, análisis y escritura; SVP: concepción del manuscrito, documentación, análisis y escritura; AFVA: concepción del manuscrito, documentación, análisis y escritura; JSOM: documentación, análisis y escritura; ABB: documentación, análisis y escritura; LJSA: concepción del manuscrito, documentación, análisis y escritura; JMG: documentación, análisis y escritura; HERCH: documentación, análisis y escritura; AG: documentación, análisis y escritura; FMG: documentación, análisis y escritura; AZ: documentación; SAC: concepción del manuscrito, documentación, análisis y escritura.

Conflicto de intereses

Los autores expresamos que no tenemos conflicto de intereses.

Referencias

- Aguilar-Garavito, M., Renjifo, L.M., Pérez-Torres, J. (2014). Seed dispersal by bats across four successional stages of a subandean landscape. *Biota Colombiana*, 15, 87-101.
- Allen, J. A. (1916). List of mammals collected in Colombia by the American Museum of Natural History expeditions, 1910-1915. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 35, 191-238.
- Arias-Alzate, A., Delgado-V, C. A., Restrepo-Marín, D. (2014). Registros notables de la guagua loba *Dinomys branickii* (Rodentia: Dinomyidae) en Antioquia, Colombia. *Notas Mastozoológicas*, 1, 9-11.

- 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, 245-256. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00359-2](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00359-2)
- Armenteras, D., Rodríguez, N., Retana, J., Morales, M.** (2011). Understanding deforestation in montane and lowland forests of the Colombian Andes. *Regional Environmental Change*, 11, 693-705. <https://doi.org/10.1007/s10113-010-0200-y>
- Botero, Á. B., Viana, M. C., Mejía, A. M. T., Utrera, A., Kattan, G.** (2016). Extensión de presencia y área de ocupación de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en la cuenca del río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos*, 20(1), 101-115.
- Brooks, T. M., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., Rylands, A. B., Konstant, W. R., Hilton-Taylor C.** (2002). Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation Biology*, 16(4), 909-923. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.00530.x>
- Castaño, J. H., Torres, D. A., Rojas-Díaz, V., Saavedra-Rodríguez, C. A., Pérez-Torres, J.** (2017). Mamíferos del departamento de Risaralda, Colombia. *Biota Colombiana*, 18(2), 239-254.
- Cuatrecasas-Arumí, J.** (2017). Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Parte I. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 41(Suplemento), 100. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.570>
- Deffer, T. R., Bueno, M. L.** (2007). *Aotus* diversity and the species problem. *Primate Conservation*, 22, 55-70.
- García-Restrepo, S., Montilla, S.O.** (2021). Taxonomía de los primates de Colombia: cambios en los últimos veinte años (2000-2019) y anotaciones sobre localidades tipo. *Mastozoología Neotropical*, 28(2), 12.
- Global Biodiversity Information Facility - GBIF** (2018). GBIF Occurrence Download. <https://doi.org/10.15468/dl.dprgl1>
- Gómez-Hoyos, D. A., C. A. Ríos-Franco, O. H. Marín-Gómez, J. F. González-Maya.** (2014). Representatividad de mamíferos amenazados en el sistema departamental de áreas protegidas (SIDAP) del Quindío, Colombia. *Mammalogy Notes*, 1, 35-41.
- González-Naranjo, A.** (2006). *Estudio de las especies focales de fauna en el departamento del Quindío*. Corporación Autónoma Regional del Quindío.
- González-Posso C., Cabezas-Palacios, J. V., González-Perafán, L., Espitia-Cueca, C. E.** (2020). *Informe sobre presencia de grupos armados en Colombia, actualización 2020*. Indepaz.
- Hernández-Camacho, J., Sánchez, H.** (1992). Biomas terrestres de Colombia. En G. Halffter. (Ed.). *La diversidad biológica iberoamericana I*. Acta Zoológica Mexicana.
- Holdridge, L. R.** (1967). *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center.
- Kembel, S. W., Cowan, P. D., Helmus, M. R.** (2010). Picante: R tools for integrating phylogenies and ecology. *Bioinformatics*, 26, 1463-1464.
- Laurito, C. A., Valerio, A. L.** (2012). Paleobiogeografía del arribo de mamíferos suramericanos al sur de América Central de previo al Gran Intercambio Biótico Americano: un vistazo al GABI en América Central. *Revista Geológica de América Central*, 46, 123-144.
- Lizcano, D. J., Álvarez, S. J., Díaz-Giraldo, V., Gutiérrez-Sanabria, D. R., Mantilla-Meluk, H.** (2021). Elevation as an occupancy determinant of the little red brocket deer (*Mazama rufina*) in the Central Andes of Colombia. *Caldasia*, 43(2):392-395. doi: <https://doi.org/10.15446/caldasia.v43n2.85449>
- McCain, C. M.** (2005). Elevational gradients in diversity of small mammals. *Ecology*, 86, 366-372.
- Maestri R., Patterson, B. D.** (2016). Patterns of Species Richness and Turnover for the South American Rodent Fauna. *PLoS ONE*, 11(3), e0151895. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151895>
- Mani, M. S.** (1980). The animal life of highlands. En: *Ecology of Highlands*. Monographiae Biologicae, vol 40. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-009-9174-3_11
- Mantilla-Meluk, H., Jiménez-Ortega, A. M., Baker, R. J.** (2009). Phyllostomid bats from Colombia, Annotated checklist, distribution and biogeography. *Special Publications Museum of Texas Tech University*, 56, 1-37.
- Mantilla-Meluk, H., Ramírez-Chaves, H. E., Jiménez-Ortega, A. M., Rodríguez-Posada, M. E.** (2014). Emballonurid bats from Colombia: Annotated checklist, distribution, and biogeography, *Therya*, 5(1), 229-255.
- Mantilla-Meluk, H., Pérez Amaya, N., Vásquez, S., Chica, C., Castaño, E., Díaz-Giraldo, V., Botero-Zuluaga, M., Montilla-Orozco, S., Torres, N., Osorio, F., Giraldo, J., Sánchez, D.** (2018). Capítulo 2: Mastofauna y Avifauna. En D. F. Ramírez Restrepo, A. F. Orozco Cardona, H. Mantilla Meluk, y Román Cano, F. (Eds) *Tesoros Naturales Protegidos del Quindío: una mirada para la conservación*. Corporación Autónoma Regional del Quindío - CRQ, Corporación Ambiental, Cultural y Social – Tibouchina.

- Montilla, S. O., Cepeda-Duque, J. C., Bustamante-Manrique, S.** (2018). Distribución del mono nocturno andino *Aotus lemurinus* en el departamento del Quindío, Colombia. *Mammalogy Notes*, 4(2):6-10.
- Morrison, P. R., Kerst, K., Rosemann, M.** (1963a). Hematocrit and hemoglobin levels in some Chilean rodents from high and low altitudes. *International Journal of Biometeorology*, 7(1), 45-50.
- Morrison, P. R., Kerst, K., Reyna-Farje, C., Ramos, J.** (1963b). Hematocrit and hemoglobin levels in some Peruvian rodents from high and low altitudes. *International Journal of Biometeorology*, 7(1), 51-58.
- Oksanen, J., Kindt, R., Legendre, P., O'Hara, B., Stevens, M. H. H., Oksanen, M. J., Suggests, M. A. S. S.** (2007). The vegan package. Vegan: *Community Ecology Package*. R package version 1.18-4/r1180.
- Palacio, R. D., Muñoz-Londoño A. A., Mantilla-Meluk, H.** (2014). Primeros registros de la comadreja de cola larga *Mustela frenata* (Carnivora: Mustelidae) para el departamento del Quindío, Andes Centrales de Colombia. *Biodiversidad Neotropical*, 4, 170-176.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schapired, R. E.** (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modeling*, 90, 231-259.
- Presley, S., Higgins, C. L., Willig, M. R.** (2010). A comprehensive framework for the evaluation of metacommunity structure. *Oikos*, 119, 908-917 <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18544.x>
- Ramírez-Chaves, H.E., Suárez-Castro, A. F., Morales-Martínez, D. M., Rodríguez-Posada, M. E., Zurc, D., Concha, X., Osbahr, D. C., Trujillo, A., Noguera-Urbano, E. A., Pantoja-Peña, G. E., González-Maya, J. F., Pérez-Torres, J., Mantilla-Meluk, H., López-Castañeda, C., Velásquez-Valencia, A., Zárrate-Charry, D.** (2021a). *Mamíferos de Colombia*. Version 1.12. Sociedad Colombiana de Mastozoología. Checklist dataset. <https://doi.org/10.15472/k11whs>
- Ramírez-Chaves H E, Terán-Sánchez S, Cardona-Giraldo, A.** (2021b). Mamíferos (Mammalia) del departamento de Caldas, Colombia. Universidad de Caldas. Checklist dataset. <https://doi.org/10.15472/1bhbw1>
- Rangel-Ch, J.O., Lowy-C, P. D., Aguilar-P, M., Garzón-C, A.** (1997). Tipos de vegetación en Colombia. Una aproximación al conocimiento de la terminología fitosociológica, fitoecológica y de uso común. En: J.O. Rangel-Churio, P.D. Lowy-Cerón & M. Aguilar-Puentes (eds.). *Tipos de vegetación en Colombia*. Colombia Diversidad Biótica, 2, 89-381. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y Ministerio del Medio Ambiente.
- Revell, L. J.** (2012). phytools: an R package for phylogenetic comparative biology (and other things). *Methods in Ecology and Evolution*, 3, 217-223.
- Rojas-Díaz, V., Reyes-Gutiérrez, M., Alberico, M. S.** (2012). Mamíferos (Synapsida, Theria) del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 13(1), 99-116.
- Ronquist, F., Teslenko, M., van der Mark, P., Ayres, D.L., Darling, A., Höhna, S., Larget, B., Liu, L., Suchard, M. A., Huelsenbeck, J. P.** (2012). MrBayes 3.2: Efficient Bayesian Phylogenetic Inference and Model Choice Across a Large Model Space. *Systematic Biology*, 61, 539-542.
- Ruiz-Herrera, A., García, F., Aguilera, M., García, M., Ponsà F. M.** (2005). Comparative chromosome painting in *Aotus* reveals a highly derived evolution. *American Journal of Primatology*, 65(1), 73-85.
- Saavedra-Rodríguez, C. A., Corrales-Escobar, J. D., Giraldo-López, A.** (2014). Confirmación de la presencia y nuevos registros del pacarana (Rodentia: Dinomyidae: *Dinomys branickii*) en Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 21, 151-156.
- Solari, S., Muñoz-Saba, Y., Rodríguez-Mahecha, J. V., Defler, T. R., Ramírez-Chaves H. E., Trujillo, F.** (2013). Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 20, 301-65.
- Sun, J., Wen, Z., Feijó, A., Cheng, J., Wang, Y., Li, S., Ge, D., Xia, L., Yang, Q.** (2020). Elevation patterns and critical environmental drivers of the taxonomic, functional, and phylogenetic diversity of small mammals in a karst mountain area. *Ecology and Evolution*, 19, 10899-10911. <https://doi.org/10.1002/ece3.6750>
- Torres, O. M., S. Enciso, F. Ruiz, E. Silva and I. Yunis.** (1998). Chromosome diversity of the genus *Aotus* from Colombia. *American Journal of Primatology*, 44(4), 255-275.

- Torres Trujillo, N., Mantilla-Meluk, H.** (2017). Común e ignorado: ausencia de documentación científica del guatín *Dasyprocta punctata* (Rodentia: Dasyproctidae) en el departamento del Quindío, Colombia. *Biodiversidad Neotropical*, 7, 30-38.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN** (2023). <https://www.iucnredlist.org/es>
- Vargas-Arboleda, A., Cuadrado-Ríos, S., Mantilla-Meluk, H.** (2020). Systematic considerations on two species of nectarivorous bats (*Anoura caudifer* and *A. geoffroyi*) based on barcoding sequences. *Acta Biológica Colombiana*, 25, 194-201.
- Vásquez Palacios, S., Chica-Galvis, C. A., Mantilla-Meluk, H., Díaz-Giraldo, V., Botero-Zuluaga, M., Montilla, S.** (2019). Mammals in conservation areas of the Corporación Autónoma Regional del Quindío, Colombia. *Biota colombiana*, 20 (2), 93-104.
- Willig, M. R., Presley, S. J.** (2015). Biodiversity and metacommunity structure of animals along altitudinal gradients in tropical montane forests. *Journal of Tropical Ecology*, 32(5), 421-436. <https://doi.org/10.1017/s0266467415000589>