

Artículo de investigación

## Fauna de bosques con *Ceroxylon quindiuense* (Arecaceae) y sus alrededores en una región de los Andes centrales colombianos

### Fauna of *Ceroxylon quindiuense* (Arecaceae) forests and its surrounding areas in a region of the Colombian Central Andes

Laura Daniela Rojas-Sandino<sup>1\*</sup>, Leidy Viviana García-Herrera<sup>1</sup>, Leidy Azucena Ramírez-Francel<sup>1</sup>, Héctor Cruz-Cuellar<sup>2</sup>, Gladys Reinoso-Florez<sup>1</sup>, Sergio Losada-Prado<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad del Tolima, Barrio Santa Helena Parte Alta, Ibagué, Colombia, ldrojas@ut.edu.co., lvgarcia@ut.edu.co, laramirezfr@ut.edu.co, greinoso@ut.edu.co, slosada@ut.edu.co.

<sup>2</sup> Universidad de Cundinamarca, Seccional Girardot, Colombia. cruzchf@hotmail.com

\* For correspondence: ldrojas@ut.edu.co

**Recibido:** 22 de marzo de 2024. **Revisado:** 30 de septiembre de 2024. **Aceptado:** 11 de marzo de 2025  
**Editor:** Angélica Plata Rueda

**Citation/ citar este artículo como:** Rojas-Sandino, L. D., García-Herrera, L. V., Ramírez-Francel, L.A., Cruz-Cuellar, H., Reinoso-Florez, G. y Losada-Prado, S. (2025). Fauna de bosques con *Ceroxylon quindiuense* (Arecaceae) y sus alrededores en una región de los Andes centrales colombianos. *Acta Biol Colomb.*, 30(2), 5-17. <https://doi.org/10.15446/abc.v30n2.112659>

#### RESUMEN

Los palmares de *Ceroxylon quindiuense* hacen parte de bosques de niebla, que han sido uno de los ecosistemas más vulnerables pero, a la vez, únicos y estratégicos de los Andes colombianos, por su gran valor en términos de servicios ecosistémicos y biodiversidad. En la región del Tolima se ubican sobre la vertiente oriental de la Cordillera Central y hasta el momento las investigaciones se han enfocado en las poblaciones de palma de cera (*Ceroxylon quindiuense*). Poco se conoce sobre la fauna asociada; por esta razón se generó por primera vez una lista de especies de lepidópteros diurnos, aves y mamíferos de bosques con palma de cera y sus alrededores en la región del Tolima. En total se registraron 406 especies, 46 son lepidópteros, 328 son aves y 32 son mamíferos; 12 de estas especies son endémicas y siete están en categorías de amenaza. A pesar de haberse evidenciado una mayor riqueza de aves y mariposas al noroccidente del Tolima y una mayor riqueza de mamíferos al suroccidente de esta región, los análisis de similitud reflejaron una composición faunística con grado de semejanza entre localidades, lo cual podría atribuirse a la amplia distribución y diversificación local de estas especies en los Andes centrales colombianos. Esta información es esencial para el desarrollo de planes de conservación, gestión y uso sostenible de estos recursos naturales; línea base para análisis de relaciones entre paisaje y especies; fuente para sugerir a la palma de cera como especie sombrilla a escala nacional.

**Palabras clave:** Aves, diversidad de especies, especie sombrilla, lepidópteros, mamíferos.

#### ABSTRACT

The *Ceroxylon quindiuense* palms are part of the cloud forests, which have been one of the most vulnerable but at the same time unique and strategic ecosystems in the Colombian Andes, due to their great value in terms of ecosystem services and biodiversity. In the region of Tolima, they occur on the eastern slope of the Colombian Central Andes, so far, research has focused their attention only on palm populations, and the associated fauna is not well known. According to this, for the first time a bird, diurnal Lepidoptera, and mammal species list related to wax palm forest and its surrounding areas from department of Tolima was developed. In total 406 species were recorded, 46 are butterflies, 328 are birds and 32 are mammals; 12 of this species are endemic and seven are in endangered categories. Despite the high richness of birds and butterflies in Tolima's northwest and high richness of mammals in southwest region, spatially the similarity analyses showed a fauna composition with a similarity degree between localities; this aspect could be attributed to the wide distribution and local diversification of these species in the central Colombian Andes. This information is an essential component to develop conservation plans, and for the management and sustainable use of natural



resources, besides being a baseline for relationships analyses between landscape and species, and to suggest this wax palm as an umbrella species on a national scale.

**Keywords:** Birds, lepidoptera, mammals, species diversity, umbrella species.

## INTRODUCCIÓN

En Colombia los relictos boscosos con *Ceroxylon quindiuense* (H. Karst.) H. Wendl. se distribuyen sobre bosques de niebla, principalmente en la vertiente oriental de la Cordillera Central en la región andina, especialmente en Quindío, Valle del Cauca, Caldas, Antioquia y Tolima; este último alberga las poblaciones más grandes en los municipios Ibagué, Cajamarca y Roncesvalles (Bernal *et al.*, 2015). Aunque esta palma no es endémica de Colombia, reviste gran interés por estar inmersa en bosques que albergan una gran diversidad de especies de fauna y flora con alto grado de endemismo (Morales y Armenteras, 2013) y amenazas (Armenteras *et al.*, 2007). Esta última se relaciona principalmente con la exposición de alrededor del 97 % de las poblaciones de *C. quindiuense* a factores antropogénicos, principalmente agrícolas y ganaderos, lo cual ha llevado a una disminución de más del 50 % de las poblaciones de palma de cera en las últimas tres generaciones (Bernal *et al.*, 2015), dentro de las 1.791.703 ha de bosque de niebla en la Cordillera Central colombiana (Armenteras *et al.*, 2007).

En Colombia los esfuerzos por contribuir a la conservación y conocer el estado de los bosques de niebla y de especies como *C. quindiuense*, categorizada Vulnerable (VU) de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), han llevado a la creación de Planes de conservación, manejo y uso sostenible de este árbol y otras especies (Bernal y Sanín, 2013; Bernal *et al.*, 2015). A lo anterior se suman investigaciones sobre el estado de las poblaciones de *C. quindiuense* principalmente en aspectos ecológicos, filogenéticos, y demográficos (Sanín *et al.*, 2013), además de la vulnerabilidad de sus poblaciones (Sanín, 2013; González-Rivillas *et al.*, 2018). Respecto a las áreas con grandes poblaciones de palma de cera, específicamente las ubicadas en Tolima, desde principios de los 2000 los trabajos investigativos han sido orientados a la ecología, densidad, ocupación potencial, y generación de planes de manejo regional (Losada-Prado *et al.*, 2005a; Losada-Prado *et al.*, 2005b; Yate-Molano, 2014; Reinoso-Flórez *et al.*, 2015; Reinoso-Flórez *et al.*, 2017; Losada-Prado *et al.*, 2019).

A pesar de que la información consolidada en Tolima es relevante, poco es lo que se conoce sobre la composición faunística y su variación a nivel espacial, tanto en los bosques con palma de cera como en sus áreas circundantes, y aunque se reconocen algunas especies de aves, mamíferos e insectos asociados a importantes procesos de polinización y dispersión de semillas de *C. quindiuense* (Whelan *et al.*, 2008; Kunz *et al.*, 2011; Bernal *et al.*, 2015), no existe información sobre la fauna asociada y las especies tanto endémicas como

amenazadas, para el manejo sostenible de ecosistemas. El objetivo de este estudio se centró en elaborar una lista de la biodiversidad asociada de lepidópteros diurnos, aves y mamíferos a los relictos boscosos con palmas de cera *C. quindiuense* y sus áreas circundantes en Tolima (Colombia), línea base importante para el diseño de planes y programas de conservación, corredores ecológicos a escala regional, y reconocimiento de *C. quindiuense* como especie sombrilla.

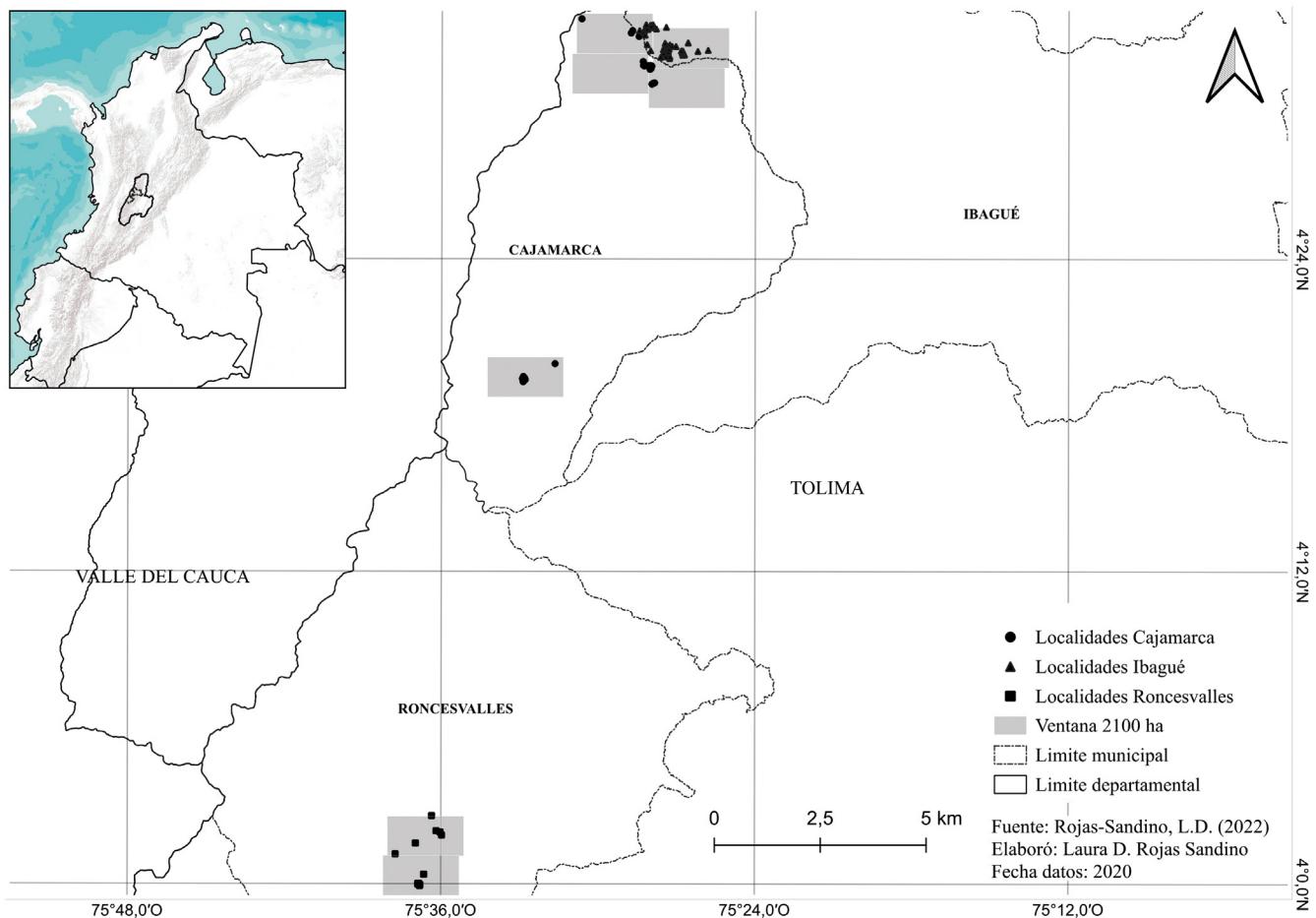
## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se realizó en Tolima (Colombia), específicamente en los municipios de Ibagué, Cajamarca y Roncesvalles. Las 19 localidades estudiadas se encuentran entre los 2200 m s. n. m. y 3010 m s. n. m. dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB), la cual en el Tolima se distribuye a lo largo de una franja discontinua que corre por la vertiente oriental de la Cordillera Central (Fig. 1, Tabla 1). Los límites climáticos generales comprenden temperaturas medias entre 13 °C y 18 °C con una precipitación promedio anual entre 1679 mm a 2176 mm (Corporación Regional del Tolima [CORTOLIMA], 2019). Los terrenos que rodean estos bosques, en su mayor parte, han sido utilizados como potreros con pastos para ganadería y siembra de cultivos, y los remanentes de relictos boscosos con *C. quindiuense* inmersos en estos paisajes presentan un estado de sucesión con individuos de palma de cera en estado plántula, juvenil y adulto (Reinoso-Flórez *et al.*, 2017; Losada-Prado *et al.*, 2019).

### Recolección de datos

El periodo de estudio abarcó los años 2017 y 2019. Los muestreos, de tres días de duración por localidad, se efectuaron durante dos meses, abarcando los siguientes períodos: mayo-julio y agosto-octubre de 2017, y marzo-mayo y junio-agosto de 2019. Los grupos taxonómicos muestreados fueron lepidópteros diurnos, aves y mamíferos. Cada individuo colectado fue depositado en la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima. Adicional a esto, se realizó la búsqueda de información científica relacionada con el registro de lepidópteros diurnos, aves, y mamíferos, a través de plataformas en línea como eBird del Cornell Lab of Ornithology, el Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF) y SiB Colombia, e información proveniente de tesis, artículos e informes técnicos, con el fin de robustecer el listado final (López-Lanús *et al.*, 2000; Losada-Prado *et al.*, 2005a; Losada-Prado *et al.*, 2005b; Yate-



**Figura 1.** Mapa con localidades con registro de aves, lepidópteros diurnos y mamíferos asociados a bosques con palma de cera y sus alrededores en Tolima, Colombia.

Molano, 2014; Reinoso-Flórez *et al.*, 2017; Losada-Prado *et al.*, 2019; Cornell Lab of Ornithology, 2020; GBIF, 2020). Los datos de estos trabajos fueron filtrados y organizados, teniendo en cuenta localidades ubicadas entre los 2000 m s. n. m. y 3100 m s. n. m., y en un área de influencia de 2100 ha alrededor de cada punto de muestreo, tanto en bosque como matriz circundante. Por otro lado, los registros y capturas de los especímenes de cada componente faunístico se realizaron bajo los siguientes parámetros:

### Lepidópteros diurnos

Para la captura de ejemplares se empleó red entomológica y trampas van Someren-Rydon, siguiendo las indicaciones de Villarreal *et al.* (2006) y Andrade *et al.* (2013). Con la red entomológica se establecieron transectos de 2,5 km por recorrido en intervalos de tiempo comprendidos entre las 7:00 y 15:00 horas y entre las 17:00 y 18:30 horas; para un esfuerzo de muestreo diario de nueve horas por persona, abarcando bosque y matriz circundante. Por otro lado, se colocaron en bosque un total de cinco trampas van Someren-Rydon en un transecto lineal de 250 m, las

cuales permanecieron activas por 48 horas; estas trampas fueron cebadas de forma intercalada con pescado en descomposición y banano fermentado, y su revisión se llevó a cabo entre las 9:00 y 18:00 horas. La determinación taxonómica se llevó a cabo empleando las claves, ilustraciones y descripciones de Constantino *et al.* (2002); Le Crom *et al.* (2004); Pyrcz y Rodríguez (2007), y la foto guía de mariposas de Colombia de Garwood *et al.* (2021).

### Aves

Para su detección y captura se emplearon métodos directos e indirectos siguiendo la metodología propuesta por Ralph *et al.* (1997). En el método directo se utilizaron cinco redes de niebla dispuestas en interior de bosque y en línea recta, las cuales operaron entre las 6:00 y 11:00 horas y las 15:00 y 18:00 horas, garantizando un esfuerzo total de 105 horas/red/localidad. Por otro lado, la observación y el conteo se realizaron a borde de bosque, estableciendo un transecto de 1 km de longitud con puntos de conteo cada 100 m, registrando todos los individuos vistos y oídos hasta unos 30 m por un tiempo de diez minutos. Cada transecto

**Tabla 1.** Localidades estudiadas de aves, lepidópteros diurnos y mamíferos asociados a bosques con palma de cera y sus alrededores en Tolima, Colombia.

Localidad	Vereda	Coordenadas	Municipio	Altitud (m. s. n. m.)	Tipo Vegetación
Finca Las Cruces (LC) <sup>a</sup>	Alto de Toche	4°32' N 75°26,8' W	Ibagué	2755-2829	Vegetación arbórea y herbácea intervenida, predomina <i>C. quindiuense</i> , <i>Cuphea racemosa</i> (L.fil.) Spreng una herbácea nativa y helechos del genero <i>Blechnum</i> . Los bosques fragmentados se encuentran rodeados por pastos para ganadería.
Finca La Leona (LL) <sup>a</sup>	Alto de Toche	4°32,7' N 75°28' W	Ibagué	2717-3008	
La Esperanza (LE) <sup>d</sup>	Alto de Toche	4°31,9' N, y 75°26' W	Ibagué	2601	
Finca Gallego (GA) <sup>e</sup>	Alto de Toche	4°32' N, y 75°28' W	Ibagué	2620	
Finca Galleguito (GL) <sup>e</sup>	Alto de Toche	4°31,9' N, y 75°27' W	Ibagué	2621-2915	
Finca La Reforma (LR) <sup>a</sup>	La Ceja	4°30,8' N, y 75°27,9' W	Cajamarca	2822-2861	Vegetación arbórea y herbácea intervenida, predomina <i>C. quindiuense</i> , <i>Smallanthus pyramidalis</i> (Triana) H.Rob. y <i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze especies arbóreas nativas.
Pajarito (PA) <sup>a</sup>	La Ceja	4°31,6' N, y 75°28' W	Cajamarca	2497-2899	Los bosques fragmentados se encuentran rodeados por pastos limpios dedicados al pastoreo.
Finca La Carbonera (CA) <sup>e</sup>	La Ceja	4°32' N, y 75°28' W	Cajamarca	2781-2850	
Finca Buenos Aires (BA) <sup>a</sup>	Potosí	4°19' N, y 75°32,7' W	Cajamarca	2688-2839	Vegetación arbórea y herbácea intervenida, predomina <i>C. quindiuense</i> , <i>Begoniella libera</i> L.B.Sm. & Schub y <i>Alternanthera pubiflora</i> (Benth.) Kuntze. Bosques fragmentados rodeados por cultivos de arracacha y pastos para ganadería.
El Oso (EO) <sup>e</sup>	El Oso	4°20' N, y 75°31' W	Cajamarca	2270-2520	
Finca Balsorita (BL) <sup>a</sup>	Cucuanita	3°59,9' N, y 75°36,8' W	Roncesvalles	2636-2773	
El Rocio (ER) <sup>b</sup>	El Coco	4°0,8' N, y 75°38,6' W	Roncesvalles	2944	Vegetación arbórea, arbustiva y herbácea intervenida, predomina
La Abundancia (LA) <sup>b</sup>	Cucuana	4°1' N, y 75°37,7' W	Roncesvalles	2560	<i>Chusquea scandens</i> Kunth, <i>Oreopanax incisus</i> (Willd. ex Schult.) Decne. & Planch., <i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth ex DC. y <i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don. Bosques fragmentados rodeado por pastos arbolados dedicados a la ganadería.
Núcleo Escolar (NE) <sup>b</sup>	Cucuanita	4°0,3' N, y 75°36,6' W	Roncesvalles	2499	
Hacienda La Siberia (LS) <sup>c,e</sup>	San Marcos	4°2' N, y 75°36' W	Roncesvalles	2811-2830	
Hacienda La Granja (LG) <sup>c</sup>	San Marcos	4°1,8' N, y 75°35,9' W	Roncesvalles	2640	
Hacienda Las Hermosas (LH) <sup>c</sup>	San Miguel	4°1,5' N, y 75°36,9' W	Roncesvalles	2750	
Calamar (CL) <sup>b</sup>	El Diamante	4°1' N, y 75°33' W	Roncesvalles	2229	
El Carmen (EC) <sup>b</sup>	San Marcos	4°2' N, y 75°34' W	Roncesvalles	2508	

Localidades: <sup>a</sup>Localidades muestreadas, <sup>b</sup>Localidades GBIF, <sup>c</sup>Yate-Molano (2014), <sup>d</sup>SiB, <sup>e</sup>eBird.

se recorrió una hora por día, para un total de dos horas de observación por localidad. Finalmente, todos los individuos recolectados se prepararon bajo los estándares requeridos para la preservación de pieles de estudio en aves (Villarreal *et al.*, 2006) y la identificación taxonómica se llevó acabo empleando las guías de campo de Hilty y Brown (2001), Restall *et al.* (2006) y McMullan *et al.* (2010).

## Mamíferos

Se emplearon técnicas de captura, observación directa e indirecta de acuerdo a la clasificación de tamaños de Sánchez *et al.* (2004). Para los mamíferos voladores se instalaron en interior de bosque cinco redes de niebla de 12 x 2,5 m, permaneciendo abiertas entre las 18:00 y 24:00 horas, con un esfuerzo de muestreo de 120 horas/red/muestreo. Para los mamíferos pequeños, se emplearon 30 trampas Sherman de tres tamaños (38 x 10,5 cm; 23 x 8 cm y 16,5 x 5,5 cm) y cinco trampas Tomahawk, cebadas con una mezcla de frutos secos y mantequilla de maní, ubicadas

a nivel del suelo sobre diferentes superficies. Las trampas estuvieron dispuestas en interior de bosque en un transecto lineal de 150 m, permaneciendo activas por un periodo de 72 horas en cada una de las localidades. Para los mamíferos medianos en interior de bosque se emplearon cinco cámaras trampa Bushnell Trophy distribuidas en una cuadrícula, al azar, cada 2 km en línea recta, durante tres días consecutivos. A cada espécimen capturado, se le tomaron las medidas craneales y externas propuestas por Patton *et al.* (2015) y Díaz *et al.* (2016); y para la identificación taxonómica se siguió a Aranda (2000), Gardner (2007), Patton *et al.* (2015) y Díaz *et al.* (2016).

## Análisis de datos

Para analizar la composición de la fauna se determinó la riqueza específica mediante el número de especies recolectadas y las identificadas dentro del proceso de búsqueda de información, a su vez se construyeron curvas de acumulación con el fin de extrapolar el número de especies

observadas en el inventario resultante y así estimar el total de especies de lepidópteros diurnos, aves, y mamíferos que estarían presentes en las localidades de influencia de palma de cera; para esto se empleó los estimadores no paramétricos Chao 1, Chao 2, ACE e ICE, los cuales no asumen una distribución estadística conocida (modelo de abundancia de especies) y facilitan la estimación de la riqueza de especies a partir de la estructura de las comunidades (especies en relación con su abundancia) y la riqueza específica (Villarreal *et al.*, 2006). Por otro lado, se evaluó el parecido entre las localidades estudiadas mediante la estimación del coeficiente de asociación del índice de similitud de Jaccard (Palacio *et al.*, 2020). Los análisis fueron realizados con los programas Past versión 4.03 (Hammer *et al.*, 2001) y EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2013). Para el procesamiento de datos del componente aves no se tuvieron en cuenta las abundancias debido a que datos de las listas de eBird y GBIF registran solo presencia-ausencia de algunos individuos por localidad.

Finalmente, se generó una lista de especies siguiendo los lineamientos de clasificación taxonómica establecidos por el Comité de Clasificación de Sur América (SACC) de la Sociedad Ornitológica Americana (Remsen *et al.*, 2020), el listado de mariposas de Colombia de Garwood *et al.* (2021) y el listado de mamíferos de Colombia de Ramírez-Chavez *et al.* (2016) (Anexo 1 - 3).

## RESULTS

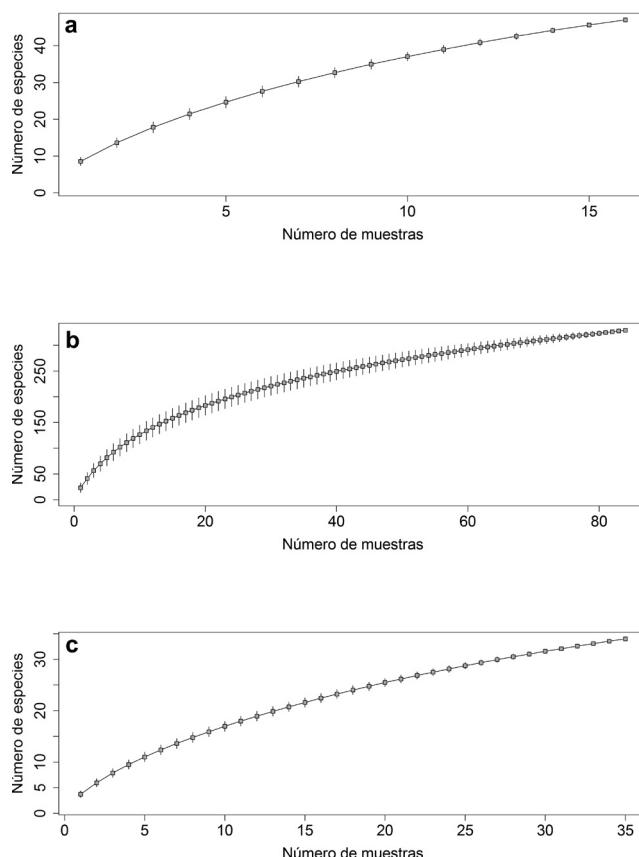
### Lepidópteros diurnos

Se registraron 46 especies de mariposas en las zonas de estudio, las cuales pertenecen a 27 géneros y cuatro familias (Anexo 1). La familia con el mayor registro de riqueza fue Nymphalidae con 31 especies (505 individuos), seguida de Hesperiidae con ocho especies (14 individuos), Lycaenidae con cuatro especies (18 individuos) y Pieridae con tres especies (22 individuos). Las especies más abundantes fueron *Panyapedaliodes drymaea* Hewitson, 1858, *Pedaliodes manis* Kirby, 1871, *Graphita griphe* (C. Felder & R. Felder, 1867), *Eretris porphyria* Felder, 1867, *Vanessa virginiensis* (Drury, 1773), *Pedaliodes poesia* Hewitson, 1861 y *Colias dimera* Doubleday, 1847. Del total de especies registradas, 14 estuvieron representadas por un solo individuo y 22 se reportaron en una sola muestra, mientras que siete estaban constituidas por dos individuos y 13 estaban presente en solo dos muestras. La relación entre la riqueza observada y la estimada evidenció una representatividad entre el 79 % y 80 % de acuerdo con los estimadores ACE y Chao 1. Estos estimadores a su vez reflejan un número de especies esperado entre 57 y 58 especies (Fig. 2a). De todas las localidades evaluadas aquella ubicadas en las veredas La Ceja, y Cucuanita presentaron la mayor riqueza específica, no obstante, la similitud entre estas áreas es baja en

comparación con las localidades ubicadas en Alto Toche y La Ceja, al noroccidente de la región del Tolima (Fig. 3a).

### Aves

Se identificaron 328 especies asociadas a bosques de palma de cera en 19 localidades del Tolima, las cuales se encuentran distribuidas en 50 familias y 21 órdenes (Anexo 2). El orden con mayor riqueza fue Passeriformes con 210 especies, seguido de Apodiformes con 37 especies, Piciformes con 11 especies, Columbiformes y Accipitriformes, con diez especies cada uno y Psittaciformes con nueve especies, mientras que Tinamiformes, Anseriformes, Cuculiformes, Steatornithiformes, Nyctibiiformes, Galbuliformes y Pelecaniformes, fueron los órdenes con el menor número de especies. A nivel de familia, Trochilidae, Tyrannidae y Thraupidae presentaron la mayor riqueza de especies, cada una con 32, 47 y 49 especies, respectivamente. Dentro de las especies con el mayor número de registros encontramos a *Turdus fuscater* Orbigny & Lafresnaye, 1837 y *Myioborus ornatus* (Boissonneau, 1840), así mismo se destaca *Leptosittaca branickii* Berlepsch & Stolzmann, 1894; *Ognorhynchus icterotis*



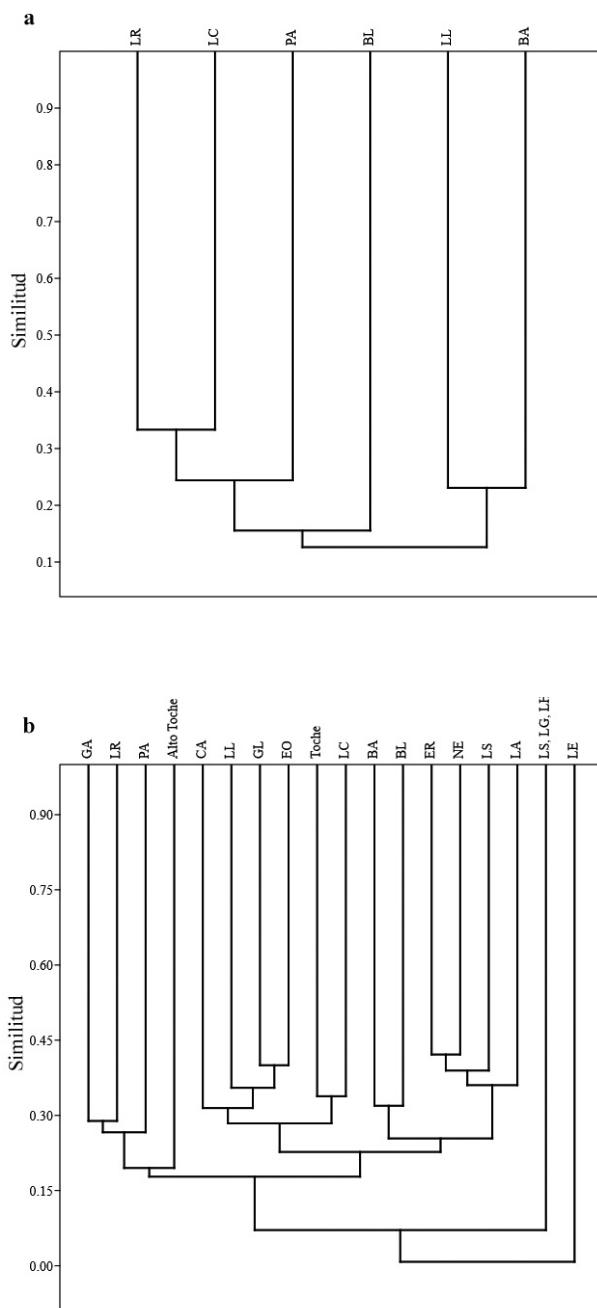
**Figura 2.** Curvas de acumulación de especies de fauna en bosques con palma de cera y sus alrededores en Tolima, Colombia. a, lepidópteros diurnos; b, aves; y c, mamíferos.

(Massena & Souance, 1854), propias de estos ecosistemas de alta montaña.

La representatividad del inventario evidencia una cobertura de alrededor del 66 % y 73 % de acuerdo con los estimadores Chao 2 e ICE, respectivamente; a su vez reflejan un número de especies esperado entre 493 y 452 especies de aves para las áreas muestreadas en la región del Tolima (Fig. 2b). Dentro de este grupo se destacan diez especies endémicas, de las cuales cinco se encuentran en categoría Vulnerable, una En Peligro, y una en Critica (Anexo 2). A nivel espacial, la vereda Alto Toche, en Ibagué, presentó la mayor riqueza de especies; también se destaca la vereda El Oso, en Cajamarca, y la vereda Cucuanita, en Roncesvalles, cada una con 174, 100 y 91 especies, respectivamente. El análisis de similitud evidenció una asociación fuerte entre las localidades ubicadas al noroccidente de Cajamarca y las de Ibagué, mientras que las localidades ubicadas al suroccidente de Cajamarca se asociaron con aquellas ubicadas en Roncesvalles; solo una de las localidades ubicadas en este último municipio reflejó una muy baja similitud con las demás áreas (Fig. 3b).

## Mamíferos

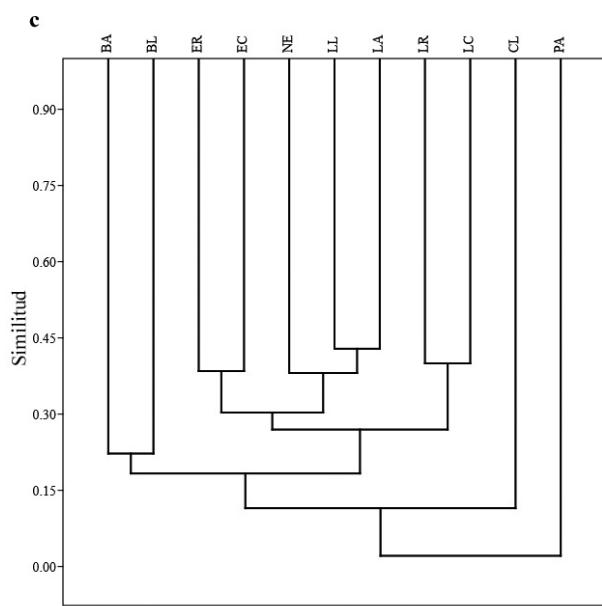
Se encontraron 32 especies distribuidas en 16 familias y ocho ordenes (Anexo 3). El orden con mayor riqueza fue Rodentia con 13 especies, seguido de Chiroptera con siete especies y Carnivora con seis especies. Por otro lado, las familias con mayor riqueza fueron Phyllostomidae y Cricetidae con seis especies cada una. A nivel de especie, los organismos con mayor número de individuos fueron *Notosciurus granatensis* (Humboldt, 1811), *Didelphis marsupialis* Linnaeus, 1758, *Dasyprocta novemcinctus* Linnaeus, 1758, *Sylvilagus fulvescens* J.A. Allen, 1912, y *Dasyprocta punctata* Gray, 1842. De las 32 especies observadas, 12 estaban representadas por un solo individuo y siete por dos individuos, y 15 y ocho especies se encontraban en una y dos muestras, respectivamente. Del total de especies registradas, dos de ellas son endémicas, con distribución en los Andes, ninguna de las especies registradas se encuentra en categorías de peligro, tres de ellas se encuentran en categoría casi amenazada de acuerdo a la UICN (Anexo 3). Con respecto a la representatividad del inventario, este se encuentra entre el 68 % y 80 % de acuerdo con los estimadores ACE y Chao 1, y el número de especies esperadas correspondió a 40 y 47 especies de mamíferos (Fig. 2c). Finalmente, las localidades con mayor riqueza corresponden a veredas ubicadas en Roncesvalles, con ocho especies, y Cucuanita y San Marco, cada una con diez especies. El análisis de similitud evidenció una fuerte asociación entre localidades ubicadas al noroccidente de Cajamarca e Ibagué respecto a las localidades al suroccidente de Cajamarca y Roncesvalles (Fig. 3c).



(Continúa)

## DISCUSIÓN

Este trabajo registra en total 406 especies, 46 mariposas diurnas, 328 aves y 32 mamíferos. Lo anterior representa el 1,3 % de las especies de estos organismos registrados para Colombia y el 13,6 % para el Tolima (SiB Colombia, 2020). Conforme a lo registrado por Kattan *et al.* (2004), los resultados en este trabajo permiten catalogar a los bosques de niebla con palma de cera del Tolima como hábitat con una



**Figura 3.** Similitud entre las localidades para los tres grupos taxonómicos estudiados en bosques con palma de cera y sus alrededores en Tolima, Colombia. a, lepidópteros diurnos; b, aves; y c, mamíferos.

Localidades: Finca Las Cruces (LC), Finca La Leonota (LL), La Esperanza (LE), Finca Galleguito (GA), Finca Galleguito (GL), Finca La Reforma (LR), Pajarito (PA), Finca La Carbonera (CA), Finca Buenos Aires (BA), El Oso (EO), Finca Balsorita (BL), El Rocio (ER), La Abundancia (LA), Núcleo Escolar (NE), Hacienda La Siberia (LS), Hacienda La Granja (LG), Hacienda Las Hermosas (LH), Calamar (CL), El Carmen (EC).

alta riqueza faunística, ya que albergan dos cuartas partes de las especies de mariposas, aves, y mamíferos identificadas en la vertiente oriental de la Cordillera Central. Sin embargo, el 70 % de los paisajes con palmares de *C. quindiuense* en el Tolima corresponden a ecosistemas transformados (Rojas-Sandino, 2022), lo cual pone en riesgo la persistencia de las especies faunísticas que los componen, y a su vez ratifica la vulnerabilidad de los bosques de niebla en las regiones tropicales (Armenteras *et al.*, 2007; Bernal *et al.*, 2015). Por lo que esta información no solo amplía la línea base de registros regionales y nacionales, sino también constituye un elemento fundamental para la generación de estrategias de manejo, usos sostenible y protección de este hábitat.

A pesar de que la mayoría de los ecosistemas de alta montaña de la Cordillera Central se encuentren dentro de la Zona de Reserva Forestal Central, constituida mediante la Ley 2 de 1959, los palmares de *C. quindiuense* inmersos en estos hábitats han disminuido en más del 50 % en las últimas tres generaciones (Bernal *et al.*, 2015), lo cual significa un riesgo para el 12 %, 63 % y 25 % de la riqueza de lepidópteros, aves y mamíferos registrados en el presente trabajo; el cual abarca las 908 especies de mariposas y aves que habitan la vertiente oriental de la Cordillera Central (Kattan *et al.*,

2004) y los 126 mamíferos registrados en el Tolima (García-Herrera *et al.*, 2019). Así mismo, representa un riesgo latente para el 15 % de aves en categoría de amenaza respecto a los registros sobre la vertiente oriental de la Cordillera Central, y el 63 % y 33 % de aves y mamíferos endémicos registradas dentro de las áreas de estudio, respecto a los registros regionales (Kattan *et al.*, 2004; García-Herrera *et al.*, 2019; SiB Colombia, 2020).

Por otro lado, aunque no se registran especies endémicas o en categorías de amenazas dentro de los lepidópteros registrados en el presente trabajo, sí se resalta a *Panyapedaliodes drymaea* y *Pedaliodes manis* como especies únicas de gran distribución en hábitats montanos de los Andes, particularmente en la Cordillera Central (Abril-Montero y Ortiz-Pérez, 2014). Dichas mariposas son fuente de alimento para organismos de niveles tróficos superiores e importantes polinizadores, procesos ecológicos que permiten la prestación de servicios ecosistémicos y la permanencia de especies de flora dentro de los bosques nublados (Armenteras *et al.*, 2007). A esto se suman especies de aves y mamíferos registradas en las áreas de estudio, como las mirlas del género *Turdus*, tucanes (*Andigena nigrirostris* (Waterhouse, 1839) y *Aulacorhynchus albivitta* (Boissonneau, 1840)), carriquíes (*Cyanocorax yncas* (Boddaert, 1783)), loros (*Hapalopsittaca fuertesii* (Chapman, 1912), *Hapalopsittaca amazonina* (Des Murs, 1845), *O. icterotis*) y tairas (*Eira barbara* (Linnaeus, 1758)), las cuales son importantes en los procesos de polinización y dispersión de semillas de *C. quindiuense* (Whelan *et al.*, 2008; Bernal *et al.*, 2015).

Es evidente que esta palma y su hábitat albergan una importante riqueza y diversidad no solo de fauna, sino también de flora a nivel regional (Reinoso-Flórez *et al.*, 2017; Losada-Prado *et al.*, 2019), con una alta proporción de especies endémicas y en categorías de amenaza, las cuales poseen un relevante recambio espacial entre las áreas de estudio (Fig. 3), aspecto que podría atribuirse a procesos de diversificación biogeográfica local a lo largo del tiempo sobre la vertiente oriental de la Cordillera Central, como lo exponen Kattan *et al.* (2004). Esto hace de los bosques con palma de cera un hábitat con alta complejidad, único por su rareza y endemismo de especies (Corporación Autónoma Regional de Tolima [CORTOLIMA] *et al.*, 2017), aspecto clave para priorizar acciones de manejo sostenible, protección, conservación y compensación por perdida de diversidad, (Smith *et al.*, 2020).

Conforme a lo anterior, también podría catalogarse a *C. quindiuense* como especie sombrilla (Catalá, 2011), puesto que su conservación implica la protección de otras poblaciones de especies (Quevedo *et al.*, 2006), y su hábitat, como se evidencia previamente, alberga una relevante riqueza de especies asociadas, otro factor clave en la selección de áreas a conservar para minimizar la pérdida de especies en todo un paisaje (Freitag *et al.*, 1997). Cabe resaltar que aunque dirigir los esfuerzos a un subgrupo de

organismos dentro de un taxón reduce los esfuerzos para priorizar áreas a conservar (Catalá, 2011), es necesario establecer claramente metas y objetivos de conservación teniendo en cuenta el contexto, ya que este es muy variable espacialmente (Lindenmayer *et al.*, 2006; Lindenmayer *et al.*, 2008). A lo anterior se deben sumar caracterizaciones estructurales y funcionales para comprender la conectividad y dilucidar relaciones paisaje-fauna para una toma adecuada de decisiones por parte de entidades regionales y nacionales de carácter ambiental, por lo que la información en este trabajo constituye una línea base de conocimiento en una región de los Andes colombianos que brinda una visión de la biodiversidad en un tiempo y espacio determinado, clave en los planes de acción nacional sobre conservación de especies de fauna y flora de alta montaña (Bernal *et al.*, 2015).

## CONCLUSIONES

Este estudio aborda la riqueza faunística en los bosques de niebla con palma de cera del Tolima, identificando 406 especies, incluyendo especies endémicas y otras que se encuentran en peligro. A pesar de la alta diversidad, la transformación del 70 % de los paisajes con palmares de *C. quindiuense* amenaza la persistencia de estas especies. La disminución del 50 % de los palmares en las últimas tres generaciones pone en peligro la riqueza de lepidópteros, aves y mamíferos. La conservación del hábitat en el que está inmersa la palma insigne de Colombia es imperativa debido a su importancia en procesos ecológicos y servicios ecosistémicos, de ahí el hecho de reconocerla como especie sombrilla. Aunque se destaca la necesidad de estrategias amplias, se enfatiza la importancia de metas contextualizadas y caracterizaciones para comprender la conectividad. Por lo que este estudio sirve como línea base para la toma de decisiones en la conservación de la fauna y flora de alta montaña en la Cordillera Central de los Andes colombianos.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Tolima y CORTOLIMA, por el apoyo logístico y financiero para esta investigación. A la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima por facilitar información de los grupos taxonómicos, y a Andrea Tafur por su apoyo en la búsqueda y recolección de datos de la Colección Zoológica.

## PARTICIPACIÓN DE AUTORES

L.D.R.S.: Recolección de datos, análisis, interpretación de resultados y escritura del documento. A.T.: Recolección de datos de la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima. L.V.G.H., L.A.R.F., H.C.C., G.R.F. y S.L.P.: Ediciones sugeridas a la versión final del documento y escritura del documento.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses, financiero, personal o profesional, que haya influido en la elaboración y contenido del presente artículo. Asimismo, no se identifican conflictos de intereses por parte de otras personas involucradas en el proceso de investigación o publicación.

## REFERENCIAS

- Abril-Montero, F. y Ortiz-Pérez, M. (2014). Ciclo de vida y ecología de *Panyapedaliodes drymaea*, hewitson 1858 (Nymphalidae: Satyrinae Pronophilina) en Cundinamarca (Colombia). *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 18(2), 284-296. <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v18n2/v18n2a21.pdf>
- Andrade, M. G., Henao Bañol, E. R. y Triviño, P. (2013). Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de mariposas en estudios de biodiversidad y conservación. (lepidoptera: Hesperoidea - papilionoidea). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 37(144), 311-325. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.12>
- Aranda, M. (2000). *Huellas y otros Rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. Xalapa, Veracruz, México Instituto de Ecología.
- Armenteras, D., Cadena, C. E. y Moreno, R. D. P. (2007). *Evaluación del estado de los Bosques de Niebla y de la meta 2010 en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Bernal, R. y Sanín, M. J. (2013). Los palmares de *Ceroxylon quindiuense* (arecaceae) en el Valle de Cocora, Quindío: Perspectivas de un ícono escénico de Colombia. *Colombia Forestal*, 16(1), 67-79. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2013.1.a05>
- Bernal, R., Sanín, M. J. y Galeano, G. (2015). *Plan de conservación, manejo y uso sostenible de la Palma de Cera del Quindío (Ceroxylon quindiuense), árbol nacional de Colombia*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos) y Universidad Nacional de Colombia (Grupo de Investigación en Palmas Silvestres Neotropicales).
- Catalá, E. I. (2011). Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia*, 36(1), 31-38. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33917727005.pdf>
- Colwell, R. K. (2013). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. (Versión 9). <http://purl.oclc.org/estimates>
- Constantino, L. M., Le Crom, J. F. y Salazar, J. A. (2002). *Mariposas de Colombia, Tomo 1: Papilionidae*. Villegas Editores.
- Cornell Lab of Ornithology. (2020). *eBird Basic Dataset*. eBird. [https://ebird.org/data/download?p=ebd\\_CO-TOL\\_reJul-2020.zip](https://ebird.org/data/download?p=ebd_CO-TOL_reJul-2020.zip)

- Corporación Autonoma Regional de Tolima, PROMAC – GIZ, 4D Elements Consultores & Fundación Ecotrópico Colombia. (2017). *Portafolio de áreas prioritarias para la conservación y compensación por pérdida de biodiversidad del Tolima*. CORTOLIMA.
- Corporación Autonoma Regional del Tolima. (2019). *Caracterización climatológica de la subzona hidrográfica del río Totare* (Ajuste parcial al plan de ordenación y manejo de la subzona hidrográfica del río Totare, II). <https://bit.ly/3UI6sLZ>
- Díaz, M. M., Solari, S., Aguirre, L. F., Aguiar, L. y Barquez, R. M. (2016). *Clave de identificación de los murciélagos de Sudamérica/Chave de identificação dos morcegos da América do Sul* (Vol. 2). Publicación Especial No. 2 PCMA (Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina).
- Freitag, S., vanJaarsveld, A.S. and Biggs, H. C. (1997). Ranking priority biodiversity areas: An iterative conservation value-based approach. *Biological Conservation*, 82(3), 263-272. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(97\)00040-2](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(97)00040-2)
- García-Herrera, L. V., Ramírez-Fráncel, L. A. y Reinoso-Flórez, G. (2019). Mamíferos del departamento del Tolima: distribución y estado de conservación. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 22(2), 1-10. <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n2.2019.1100>
- Gardner, A. L. (2007). *Mammals of South America, Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats* (Vol. 1). University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226282428.001.0001>
- Garwood, K., Huertas, B., Ríos-Málaver, I. C. y Jaramillo, J. G. (2021). *Mariposas de Colombia Lista de chequeo/Checklist of Colombian Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea)* (Vol. VI). BioButterfly Database. <http://www.butterflycatalogs.com>
- Gobal Biodiversity Information Facility. (2020). *GBIF Occurrence Download*. Global Biodiversity Information Facility (GBIF). <https://doi.org/10.15468/dl.g4qeah>
- González-Rivillas, N., Bohórquez, A., Gutierrez, J. P. and García-Merchán, V. H. (2018). Diversity and population genetic structure of the wax palm *Ceroxylon quindiuense* in the Colombian Coffee Region. *bioRxiv*, 4(4), 39-60. <https://doi.org/10.1101/443960>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T. and Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electronica*, 4(1), 9. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- Hilty, S. L. y Brown, W. L. (2001). *Guía de las aves de Colombia*. American Bird Conservancy (ABC).
- Kattan, G. H., Franco, P., Rojas, V. and Morales, G. (2004). Biological diversification in a complex region: A spatial analysis of faunistic diversity and biogeography of the Andes of Colombia. *Journal of Biogeography*, 31(11), 1829-1839. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2004.01109.x>
- Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T. and Fleming, T.H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1), 1-38. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>
- Le Crom, J. F., Llorente Bousquets, J. E., Constantino, L. M. y Salazar, J. A. (2004). *Mariposas de Colombia Tomo 2: Pieridae*. Villegas Editores.
- Lindenmayer, D. B., Franklin, J. F. and Fischer, J. (2006). General management principles and a checklist of strategies to guide forest biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 131(3), 433-445. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.02.019>
- Lindenmayer, D., Hobbs, R. J., Montague-Drake, R., Alexandra, J., Bennett, A., Burgman, M., Cale, P., Calhoun, A., Cramer, V., Cullen, P., Driscoll, D., Fahrig, L., Fischer, J., Franklin, J., Haila, Y., Hunter, M., Gibbons, P., Lake, S., Luck, G., MacGregor, C., McIntyre, S., Nally, R. M., Manning, A., Miller, J., Mooney, H., Noss, R., Possingham, H., Saunders, D., Schmiegelow, F., Scott, M., Simberloff, D., Sisk, T., Tabor, G., Walker, B., Wiens, J., Woinarski, J. and Erika Zavaleta. (2008). A checklist for ecological management of landscapes for conservation. *Ecology Letters*, 11(1), 78-91. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01114.x>
- López-Lanús, B., Salaman, P. G., Cowley, T. P., Arango-Caro, S. and Rengifo, L. M. (2000). The threatened birds of the Río Toche, Cordillera Central, Colombia. *Cotinga*, 14, 17-23. <https://bit.ly/3hrRE5w>
- Losada-Prado, S., Carvajal-Lozano, A. M. y Molina-Martinez, Y. G. (2005a). Listado de especies de aves de la cuenca del río Coello (Tolima, Colombia). *Biota Colombiana*, 6(1), 101-115. <https://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/151/150>
- Losada-Prado, S., González-Prieto, A. M., Carvajal-Lozano, A. M. y Molina-Martinez, Y. G. (2005b). Especies endémicas y amenazadas registradas en la cuenca del río Coello (Tolima) durante estudios rápidos en 2003. *Ornitología Colombiana*, 3, 76-80. <https://bit.ly/3TljQ7q>
- Losada-Prado, S., Reinoso-Florez, G., Villa, F. A. y Guevara, G. (2019). *Informe técnico sobre la caracterización de la Palma de Cera (*Ceroxylon quindiuense*), y su flora y fauna asociada en tres áreas (Roncesvalles, Cajamarca, Ibagué) del departamento del Tolima*. [Informe Técnico No. 2]. Grupo de Investigación en Zoología (Universidad del Tolima) y CORTOLIMA.
- McMullan, M., Donegan, T. M. and Quevedo, A. (2010). *Field Guide to the Birds of Colombia*. Fundación ProAves.
- Morales, M. y Armenteras, D. (2013). Estado de conservación de los Bosques de Niebla de los Andes colombianos, un análisis multiescalar. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 17(1), 64-72. <https://bit.ly/3WJ4Tio>

- Palacio, F. X., Apodaca, M. J. y Crisci, J. V. (2020). *Análisis multivariado para datos biológicos: teoría y su aplicación utilizando el lenguaje R* (Primera ed.). Fundación de Historia Natural Félix de Azara.
- Patton, J. L., Pardiñas, U. F. and D'Elía, G. (2015). *Mammals of South America, Rodents* (Vol. 2). University of Chicago Press.
- Pyrcz, T. W. y Rodríguez, G. (2007). Mariposas de la tribu *Pronophilini* en la Cordillera Occidental de los Andes de Colombia (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae). *SHILAP Revista de Lepidopterología*, 35(140), 455-489. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45514006>
- Quevedo, A., Salaman, P., Mayorquin, A., Osorno, N., Valle, H., Solarte, C., Sanabria, J., Carantón, D., Díaz, V., Osorno, G. y Verhelst, J. C. (2006). Loros amenazados de la Cordillera Central de los Andes de Colombia: una iniciativa de conservación basada en la investigación y la educación ambiental. *Conservación Colombiana*, 1, 21-57. <https://bit.ly/3zVPD0j>
- Ralph, C. J., Geupel, R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F. y Milá, B. (1997). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Universidad de Minnesota. <https://doi.org/10.2737/PSW-GTR-159>
- Ramírez-Chavez, H. E., Suárez-Castro, A. F. y González-Maya, J. F. (2016). Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia. *Notas Mastozoológicas*, 3(1-2), 1-9. <https://doi.org/10.47603/manovol3n1.1-9>
- Reinoso-Flórez, G., Losada-Prado, S. y Villa, F. A. (2015). *Plan de manejo regional para la conservación de la Palma de Cera (Ceroxylon quindiuense) en el departamento del Tolima*. Grupo de Investigación en Zoología (Universidad del Tolima) y CORTOLIMA.
- Reinoso-Flórez, G., Losada-Prado, S., Villa, F. A. y Guevara, G. (2017). *Informe técnico sobre la caracterización de la Palma de Cera (Ceroxylon quindiuense), y su flora y fauna asociada en tres áreas definidas de la cuenca del río Toche en los municipios de Ibagué y Cajamarca, Tolima*. [Informe Técnico No. 1]. Grupo de Investigación en Zoología (Universidad del Tolima) y CORTOLIMA.
- Remsen, J. V. J., Areta, J. I., Bonaccorso, E., Claramunt, S., Jaramillo, A., Pacheco, J. F., Robbins, M. B., Stiles, F. G., Stotz, D. F. and Zimmer, K. J. (28 de octubre de 2020). A classification of the bird species of South America. American Ornithological Society. <https://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>
- Restall, R., Rodner, C. and Lentino, M. (2006). *Birds of Northern South America: An Identification Guide*. Bloomsbury Publishing.
- Rojas-Sandino, L. D. (2022). *Caracterización de la conectividad estructural de áreas boscosas con Palma de Cera (Ceroxylon quindiuense) y su relación con las comunidades de aves, mariposas y mamíferos en el departamento del Tolima*. [Tesis de maestría], Maestría en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.
- Sánchez, F., Sánchez-Palomino, P. y Cadena, A. (2004). Inventario de mamíferos en un bosque de los Andes centrales de Colombia. *Caldasia*, 26(1), 291-309. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/73083/39382-175269-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=>
- Sanín, M. J. (2013). *Estudios ecológicos y evolutivos en Ceroxylon (Palmae: Ceroxyloideae)* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://bdigital.unal.edu.co/12957/1/190864.2013.pdf>
- Sanín, M. J., Anthelme, F., Pintaud, J. C., Galeano, G. and Bernal, R. (2013). Juvenile resilience and adult longevity explain residual populations of the Andean Wax Palm *Ceroxylon quindiuense* after deforestation. *PLoS ONE*, 8(10), 10-10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0074139>
- SiB Colombia. (2020). *Biodiversidad en Cifras - Tolima*. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB). <https://tolima.biodiversidad.co/#/>
- Smith, C., Whitworth, A., Brunner, E. and Pomilia, M. (2020). Habitat selection and diet of the Neotropical otter (*Lontra longicaudis*) on the Osa Peninsula, Costa Rica, and range-wide monitoring recommendations. *Neotropical Biodiversity*, 6(1), 62-74. <https://doi.org/10.1080/23766808.2020.1739453>
- Villarreal, H. M., Álvarez, M., Córdoba-Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza-Cifuentes, H., Ospina, M. y Umaña, A. M. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad* (Segunda ed.). Programa de Inventarios de Biodiversidad - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Whelan, C. J., Wenny, D. G. and Marquis, R. J. (2008). Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134(1), 25-60. <https://doi.org/10.1196/annals.1439.003>
- Yate-Molano, W. (2014). *Estructura y composición de aves en bosques andinos húmedos montanos bajos con palma de cera (Ceroxylum quindiuense) y robledal (Quercus humboldtii) en el municipio de Roncesvalles (Tolima)* [Tesis de pregrado]. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.