

# BIOTA COLOMBIANA

ISSN impreso 0124-5376  
ISSN digital 2539-200X  
DOI 10.21068/c001

Volumen 21 · Número 1 · Enero - junio de 2020

## Jaguares (*Panthera onca*) cautivos en parques zoológicos de Colombia

**Caracterización funcional de plantas**

**Registros de Streblidae (Diptera:  
Hippoboscoidea)**

**Ictiofauna del río Manso (Caldas,  
Colombia)**

**Herpetofauna de dos municipios del  
suroeste de Colombia**

**Aves del Cañón del Chicamocha**

**Ampliación del área de distribución  
de *Micrurus camilae***

***Corapipo leucorrhoea* (Pipridae)  
en el valle alto del Magdalena**

**Aves del Parque Nacional  
Natural Chingaza**



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

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

*Biota Colombiana* is a biannual, peer-reviewed, scientific journal. The journal publishes original articles and essays about biodiversity in the Neotropics, with emphasis on Colombia and neighboring countries. It includes topics related to botany, zoology, ecology, biology, limnology, conservation, natural resources management and use of biological diversity. The submission of a manuscript implies the authors' explicit statement that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the authors and not the Research Institute of Biological Resources Alexander von Humboldt, or the journal and their editors.

*Biota Colombiana* also includes Data Papers, Notes and Comments, Reviews and Bibliographic News, where already published content may be commented or updated and information of general interest such as recent publications, catalogues or monographs that involve topics related with Neotropical biodiversity may be presented.

*Biota Colombiana* actualmente se encuentra indexada en Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's, Ebsco, DOAJ y SciELO.

*Biota Colombiana* is currently indexed in Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's, Ebsco, DOAJ and SciELO.

Contáctenos para mayor información. / For further information please contact us.

revistas.humboldt.org.co  
biotacol@humboldt.org.co  
www.sibcolombia.net

### Comité Directivo / Steering Committee

<b>Hernando García</b>	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
<b>M. Gonzalo Andrade</b>	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
<b>Francisco A. Arias Isaza</b>	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés" - Invemar
<b>Charlotte Taylor</b>	Missouri Botanical Garden

### Editor / Editor

<b>Rodrigo Bernal</b>	Independiente
-----------------------	---------------

### Editor de artículos de datos / Data papers Editor

<b>Dairo Escobar</b>	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
----------------------	--

### Gestor editorial / Editorial manager

<b>Camilo Angulo</b>	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
----------------------	--

### Comité Científico - Editorial / Editorial Board

<b>Adriana Prieto C.</b>	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
<b>Ángela Cano</b>	Cambridge University Botanical Garden, Inglaterra
<b>Arturo Acero</b>	Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe, Colombia
<b>Blanca Huertas</b>	Natural History Museum, Inglaterra
<b>Carlos Lasso</b>	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Colombia
<b>Carmen Ulloa</b>	Missouri Botanical Garden, Estados Unidos
<b>Dimitri Forero</b>	Pontificia Universidad Javeriana, Colombia
<b>Donald Taphorn</b>	Universidad Nacional Experimental de los Llanos, Venezuela
<b>Fernando Vargas</b>	Universidad del Quindío, Colombia
<b>Francisco de Paula Gutiérrez</b>	Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Colombia
<b>Francisco Pando</b>	Real Jardín Botánico, Madrid, España
<b>Gabriel Roldán</b>	Universidad Católica de Oriente, Colombia
<b>Germán I. Andrade</b>	Universidad de los Andes, Colombia
<b>Germán Forero-Medina</b>	WCS Colombia
<b>Giuseppe Colonnello</b>	Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Venezuela
<b>Hugo Mantilla Meluk</b>	Universidad del Quindío, Colombia
<b>José Murillo</b>	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
<b>Juan Armando Sánchez</b>	Universidad de los Andes, Colombia
<b>Juan José Neiff</b>	Centro de Ecología Aplicada del Litoral, Argentina
<b>Néstor García</b>	Pontificia Universidad Javeriana, Colombia
<b>Óscar Laverde</b>	Pontificia Universidad Javeriana, Colombia
<b>Pablo Tedesco</b>	Muséum National d'Histoire Naturelle, Francia
<b>Sergio Solari</b>	Universidad de Antioquia, Colombia
<b>Victor Hugo García-Merchán</b>	Universidad del Quindío, Colombia

---

**Foto de portada** Jaguar manchado macho adulto (*Panthera onca*).  
**Fotografía: Ian Lindsay, Fuente: Pixabay**  
(<https://pixabay.com/es/photos/jaguar-wildcat-carn%C3%ADvoro-stalking-2894706/>)

**Diseño y diagramación** Journals & Authors

# Caracterización funcional de plantas y su utilidad en la selección de especies para la restauración ecológica de ecosistemas altoandinos

Functional characterization of plants and their utility in the selection of species for the ecological restoration of high-Andean ecosystems

Angélica María Cogollo Calderón <sup>id</sup>, Patricia Velasco Linares <sup>id</sup>, Leonardo Manosalva <sup>id</sup>

---

## Resumen

Para iniciar un proceso de restauración en áreas disturbadas, es importante seleccionar especies vegetales nativas que aporten diversidad funcional al ecosistema en recuperación y permitan el establecimiento de nuevos individuos hacia etapas sucesionales más avanzadas. Evaluamos 14 rasgos de historia de vida en 20 especies de una zona de transición entre bosque altoandino y páramo en la reserva Aguas Vivas, Soacha, Colombia. Registramos información de tipos de polinización y dispersión, hábito de crecimiento, altura máxima, tipo y tamaño del fruto, número de semillas por fruto, textura de la hoja, tipo de indumento, área foliar, área foliar específica, nitrógeno foliar, contenido foliar de materia seca y dureza foliar. El análisis de componentes principales mostró que el nitrógeno foliar, la dureza foliar y el área foliar específica fueron los rasgos más informativos para definir asociaciones entre especies. Encontramos tres tipos funcionales que comprenden plantas con diferentes estrategias de adaptación, que se considerarán a la hora de seleccionar grupos de especies vegetales a reintroducir en ambientes modificados. Sin embargo, esta selección también se debe realizar teniendo en cuenta el conocimiento local, la disponibilidad de propágulos, y el estado sucesional de las áreas en recuperación.

**Palabras clave.** Disturbios. Grupo Funcional. Rasgos de historia de vida. Subpáramo. Sucesión vegetal.

## Abstract

To start a restoration process in disturbed areas, it is important to select plant species that provide functional diversity to the recovering ecosystem and allow the establishment of new individuals towards more advanced stages of succession. We evaluated 14 life history traits in 20 species in a transition zone between high Andean forest and paramo in the Aguas Vivas reserve, Soacha, Colombia. We record information on pollination and dispersal types, growth habit, maximum height, fruit type and size, number of seeds per fruit, leaf texture, leaf area, specific leaf area, leaf nitrogen, leaf dry matter content and leaf hardness. The principal components analysis showed that leaf nitrogen, leaf hardness and specific leaf area were the most informative features to define associations between species. We found three functional types that include plants with different adaptation strategies, which will be considered when selecting plant species to be introduced in modified environments. However, this selection should also be made taking into account local knowledge, availability of propagules, and the successional status of the recovering areas.

**Key word.** Disturbance. Functional group. Life history traits. Subparamo. Plant succession.

## Introducción

Los bosques altoandinos se consideran “hotspot” de biodiversidad y encabezan la lista de las áreas más vulnerables a nivel mundial, principalmente por las altas tasas de deforestación y el desarrollo de proyectos que influyen en la transformación acelerada del territorio (Mittermeier & Mittermeier, 1997; Kappelle & Brown, 2001). En Colombia, una buena parte de la diversidad florística se alberga en ecosistemas de alta montaña (Van der Hammen & González, 1960); sin embargo, su pérdida impacta negativamente la riqueza de especies y, por tanto, la diversidad funcional y servicios ecosistémicos que estos brindan (Anderson *et al.*, 2011).

Debido a la oferta hídrica que aportan las áreas rurales del Distrito Capital de Bogotá, es necesario desarrollar estrategias que prioricen la conservación y restauración ecológica de zonas degradadas (Van der Hammen *et al.*, 2008), donde se incluyan especies vegetales con características que reactiven procesos de regeneración natural y posibiliten la restitución de las funciones del sistema y sus características florísticas y estructurales (Naeem *et al.*, 1994; Hooper & Vitousek, 1997). Esta selección se puede simplificar agrupando las especies según sus rasgos funcionales (Castellanos-Castro & Bonilla, 2011; Montenegro & Vargas, 2008; Meli *et al.*, 2014), ya que generalmente las especies adaptadas a ambientes con frecuentes disturbios, ya sean naturales o antrópicos, desarrollan ciertos atributos que contribuyen a la recuperación de áreas disturbadas (Holl, 2002). Además, esta agrupación funcional se considera una herramienta adecuada para el diagnóstico y planteamiento de procesos de restauración ecológica (Kooyman & Rossetto, 2008) y para la conservación en términos de la selección de especies a introducir en ambientes modificados (Castellanos-Castro & Bonilla, 2011).

El objetivo de esta investigación fue la evaluación de rasgos funcionales relacionados a la historia de vida de 20 especies en un sitio de transición entre bosque altoandino y páramo, afectado por la expansión de la frontera agropecuaria, y de esta manera contribuir en la identificación de tipos funcionales importantes en la recuperación de zonas alteradas en ecosistemas de alta montaña.

## Materiales y métodos

**Área de estudio.** La investigación se llevó a cabo en el predio Aguas Vivas, entre los límites de la vereda Hungría en el municipio de Soacha y la vereda Quiba Alta de Bogotá (coordenadas: 4° 28.638' N, 74° 10.94' O; 3330 m s. n. m.), durante el periodo comprendido entre los meses de junio de 2013 a junio de 2014. Este predio fue adquirido por la Administración Municipal de Soacha, para preservar la riqueza hídrica de la zona y contribuir con la recuperación de áreas degradadas por uso agropecuario. Cuenta con un área de 97.61 ha de las cuales un 50 % corresponde a coberturas de pastos exóticos donde se evidencia un proceso de sucesión alterada o detenida y el otro porcentaje restante a coberturas naturales de páramo y subpáramo en un mejor estado de conservación. La reserva es de gran importancia, puesto que aquí se encuentra el nacimiento del río Soacha.

**Caracterización vegetal.** Se trazaron cinco parcelas de 50 m x 2 m (100 m<sup>2</sup>), en las que se registró información para todos los individuos de porte arbustivo y arbóreo con alturas (h) mayores a 1 m y diámetro a la altura del pecho (DAP) superior a 1 cm. Se recolectaron datos de h, DAP y cobertura de los individuos. Para la vegetación herbácea se hicieron diez muestreos en cada parcela con ayuda de un cuadrante de 1 m<sup>2</sup> que estaba subdividido en 100 cuadrados de 10 cm<sup>2</sup> (para facilitar la estimación de la cobertura), y en cada muestreo se midió la altura promedio con ayuda de un flexómetro y el porcentaje de cobertura de todas las especies con altura menor a 1 m. Se recolectó el material vegetal para su posterior determinación y se depositó en el herbario del Jardín Botánico José Celestino Mutis (JBB; <http://colecciones.jbb.gov.co/herbario>).

**Selección de las especies.** Se escogieron las especies dominantes según el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa (Curtis & McIntosh, 1951).

**Selección de rasgos funcionales.** Los mejores rasgos son aquellos que desde el punto de vista ecológico ayudan a superar las limitaciones bióticas y abióticas a la regeneración natural (disponibilidad de propágulos,

condiciones climáticas, oferta hídrica y de nutrientes, entre otros) y pueden ser medidos en un menor tiempo, a un menor costo y más fácilmente, para un número representativo de individuos dentro de una población (Cornelissen *et al.*, 2003). Con base en esto, se seleccionaron algunos rasgos asociados a la fase de dispersión, establecimiento y persistencia en especies vegetales, según lo propuesto por Weiher *et al.* (1999), Lavorel *et al.* (1998), Díaz & Cabido (1997) (Tabla 1).

**Obtención de los datos.** Para la evaluación de los rasgos foliares se seleccionaron cinco individuos por especie.

Por cada individuo adulto se recolectó una muestra aleatoria en promedio de cinco hojas maduras completamente desarrolladas, sin evidencia de daños por patógenos ni herbivoría, siguiendo el protocolo para la toma de muestras foliares de Garnier *et al.* (2001).

El área foliar (AF) se determinó escaneando las hojas frescas a través de un escáner marca HP psc 1310. Después de esto, las hojas se secaron durante 48 horas en un horno a 70 °C y se pesaron, para luego determinar el área foliar específica (AFE) (promedio del área foliar/promedio del peso seco) por medio del software libre ImageJ (Rasband, 2007).

**Tabla 1.** Rasgos funcionales de plantas asociados a la fase de dispersión, establecimiento y persistencia

FASE	RASGOS	FUNCIÓN
Dispersión	Tipo de fruto	Relacionado con la capacidad para colonizar o prosperar en un hábitat (Rozendaal <i>et al.</i> , 2006)
	Tamaño del fruto	
	Número de semillas por fruto	
	Estrategia de dispersión	
	Estrategia de polinización	
Establecimiento	Área Foliar Específica, AFE (cm <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )	Íntimamente relacionado a la capacidad fotosintética (Kitajima, 1996) y el balance del carbono en la planta, por lo tanto correlacionado positivamente con el crecimiento de la planta (Rozendaal <i>et al.</i> , 2006)
	Área Foliar, AF (cm <sup>2</sup> )	Fisiológicamente clave; estrechamente ligada a la distribución de las plantas A mayor área foliar, mayor inversión en estructura (Cornelissen <i>et al.</i> , 2003; Niinemets <i>et al.</i> , 2007; Niklas <i>et al.</i> , 2007)
	Contenido de Nitrógeno foliar, N (%)	Relacionado negativamente con longevidad foliar, defensa de la hoja, potencial de crecimiento, palatabilidad para herbívoros (Poorter & Bongers, 2006)
	Tipo de pubescencia	Reduce evapotranspiración (Granados-Sánchez <i>et al.</i> , 1998), protección física contra herbivoría (Karban & Baldwin, 1997), reserva de sustancias lipídicas, flavonoides y compuestos fenólicos (Nielson & Griffith, 1978).
Persistencia	Altura máxima, AM (m). Hábito de crecimiento (árboles, arbustos)	Fuertemente relacionado con la habilidad de competir por luz, longevidad (Poorter & Bongers, 2006) Relacionado con el desarrollo de las plantas y fisonomía de la vegetación
	Contenido foliar de materia seca, CFMS (%)	Relacionado negativamente con potencial de crecimiento y positivamente con longevidad de la hoja.
	Dureza de la hoja, DF (N.cm <sup>-2</sup> ) Textura de la hoja	Relacionado positivamente con longevidad de la hoja (Dunn <i>et al.</i> , 1976), con su velocidad de descomposición, e indicador de la relación de carbono invertido en protección estructural de tejidos fotosintéticos.

El contenido foliar de materia seca (CFMS) se realizó a través de la eliminación del agua libre por medio del calor, seguida por la determinación del peso del residuo (Batteman, 1970); la cuantificación del nitrógeno foliar (N) se hizo siguiendo la metodología de Kjeldahl (AOAC, 2000). Este procedimiento se llevó a cabo en el laboratorio de Bromatología del Jardín Botánico José Celestino Mutis.

Para la caracterización de los tipos de indumento, se recolectaron hojas maduras, que tuvieran un área foliar similar. Se observó el limbo de cada hoja por las caras adaxial y abaxial, y se identificó el tipo de indumento de cada una de las especies analizadas con la ayuda de un estereoscopio marca Nikon SMZ-1000. Para la identificación de los indumentos se utilizó el glosario Ilustrado de términos botánicos de Harris & Harris (1994). Para medir la dureza foliar (DF), cada hoja fue sostenida con dos pinzas botánicas por el ápice y la base del limbo, y con la ayuda de un penetrómetro marca EXPOTECH referencia SHC 280, se calculó la fuerza necesaria para atravesar la zona central al lado derecho de la vena media de cada una de las hojas, calculada en newtons por centímetro cuadrado ( $N.cm^{-2}$ ), método descrito por Hendry & Grime (1993). Con los datos obtenidos se calculó el promedio y la desviación estándar para obtener los valores de DF de cada especie. La textura de la hoja se determinó con ayuda del Glosario Botánico Ilustrado (Moreno, 1984).

Para evaluar los rasgos reproductivos, se recolectaron en promedio quince frutos a partir de cinco individuos de la misma especie; estos debían estar en lo posible maduros en el caso de bayas, drupas o legumbres y secos en el caso de los aquenios. En fresco, se tomaron medidas de longitud (mm) y diámetro (mm) para cada uno de los frutos con un calibrador con una precisión de 0.001. Los valores obtenidos de cada fruto se promediaron para cada una de las especies. También se registró el número de semillas/fruto, las cuales se contaban en su totalidad, exceptuando los frutos de las especies que presentaran un número mayor a 50 semillas, utilizando un estereoscopio marca Nikon SMZ-1000. El tipo de fruto se determinó con base en su aspecto morfológico y la forma de crecimiento con base en la clasificación de Moreno (1984).

La información sobre estrategia de dispersión y polinización se tomó de la literatura y de datos en el campo, teniendo en cuenta la forma y estructura de la semilla

y de la flor. La altura máxima se obtuvo de los levantamientos de información vegetal que se tomaron en el campo.

**Identificación de tipos funcionales.** Se utilizó el enfoque de tipos funcionales de plantas (TFP), el cual agrupa a las especies con funcionamiento similar, independientemente de su filogenia (Gitay *et al.*, 1999; Kooyman & Rosetto, 2008; Delgado, 2012). Las plantas que conforman los TFP exhiben respuestas similares frente a las condiciones ambientales y también producen efectos similares en los procesos ecosistémicos (Díaz & Cabido, 1997).

**Análisis de datos.** A partir de los valores obtenidos para cada una de las variables cuantitativas se realizó la prueba de Shapiro Wilks para establecer si los datos siguen una distribución Gaussiana. Con ayuda del software PAST 7.0 (Hammer & Harper, 2005) se realizó un análisis de los componentes principales (ACP), para la selección de los parámetros que más refuerzan el agrupamiento. El análisis busca agrupar las especies en función de las variables medidas y encontrar de manera intuitiva las causas del agrupamiento. Para el ACP solo se utilizaron variables cuantitativas continuas de rasgos foliares (AF, AFE, N, CFMS y DF), asumiendo que los datos deben cumplir con el supuesto de normalidad.

Se realizó un Análisis de Conglomerados (clúster) con el programa Statsoft, para la determinación de los tipos funcionales de plantas, TFP. Una vez realizado dicho análisis y agrupadas las especies a partir de la totalidad de rasgos funcionales evaluados, se conformaron y caracterizaron los tipos funcionales resultantes. Adicionalmente, para confirmar o rechazar la hipótesis de que los grupos de plantas resultantes del análisis clúster son distintos, se realizó un análisis discriminante (AD) a partir de la prueba de T-cuadrado de Hotelling, que permite la clasificación de dichos grupos con relación a los valores encontrados en los rasgos foliares en conjunto y las posibles correlaciones presentes en las mismas. Dados dos grupos de datos multivariados, se comparan las medias de las variables clasificadoras a través de los grupos obtenidos previamente; a partir de los valores de la función discriminante se establecen cuáles son los rasgos que más discriminan (separan) las especies en cada grupo (Hammer & Harper, 2005). Finalmente, se realizó un análisis de correlación de Pearson entre los rasgos foliares cuantitativos (AFE, AF, CFMS, N, DF) para establecer el grado de correlación entre las cinco variables.

## Resultados

En el inventario de vegetación se encontraron 50 especies distribuidas en 22 familias. Las familias más representativas fueron Asteraceae (12 especies), Rosaceae (7 especies) y Melastomataceae (5 especies; [Figura 1](#)).

A partir del IVI, las especies con mayor dominancia fueron *Bucquetia glutinosa*, *Pentacalia pulchella*, *Miconia ligustrina*, *Ageratina tinifolia*, *Miconia elaeoides* y *Macleania rupestris*.

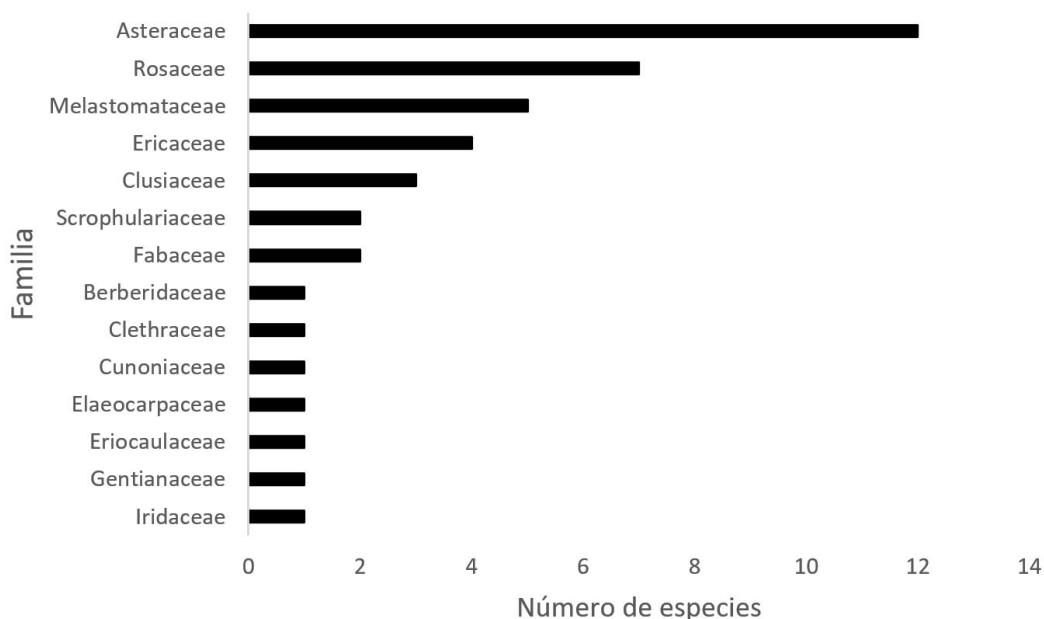
Para la evaluación de los rasgos de historia de vida, se seleccionaron en su mayoría especies del estrato arbóreo-arbustivo ([Tabla 2](#)), para las cuales se tuvieron en cuenta la dominancia, observaciones en campo y su utilización en procesos de restauración ecológica adelantados en el Jardín Botánico de Bogotá.

**Rasgos funcionales.** Para los rasgos foliares se determinó el peso seco, peso fresco, CFMS, N, AF, AFE y DF para las 20 especies ([Tabla 3](#)). La prueba de normalidad multivariante estableció una distribución normal de los valores promedio provenientes de las variables AF, AFE, N, CFMS y DF ( $\alpha > 0.05$  g.l. = 35 n = 100).

El rasgo foliar más heterogéneo fue el AF (124.12%) que se debe principalmente a la variabilidad aportada por las especies *Ageratina asclepiadea* y *Vallea stipularis*. Los demás rasgos tuvieron una mayor homogeneidad,

presentando coeficientes de variación menores al 45%, exceptuando la dureza foliar ([Tabla 4](#)).

Los tipos de indumento en las hojas fueron glabro (*Bucquetia glutinosa*, *Miconia ligustrina*, *Pentacalia pulchella*, *Gaiadendron punctatum*, *Cestrum buxifolium*, *Vallea stipularis*, *Hypericum juniperinum*, *Symplocos theiformis*, *Ageratina tinifolia*, *Miconia elaeoides*, *Berberis goudotii*), manicado (*Diplostephium rosmarinifolium*, *Morella parvifolia*, *Hesperomeles goudotiana*), piloso (*Baccharis prunifolia*, *Lupinus bogotensis*), panoso (*Myrsine dependens*), lanado (*Gynoxys fuliginosa*) y seríceo (*Pentacalia ledifolia*). Las especies con mayor producción de semillas fueron las pertenecientes a las familias Melastomataceae y Asteraceae, y las de menor producción: *Gaiadendron punctatum*, *Morella parvifolia*, *Myrsine dependens* y *Symplocos theiformis*. El 35 % de las especies presentaron frutos de tipo aquenio (*Pentacalia pulchella*, *Ageratina asclepiadea*, *Diplostephium rosmarinifolium*, *Gynoxys fuliginosa*, *Baccharis prunifolia*, *Ageratina tinifolia*, *Pentacalia ledifolia*), seguidas por bayas (*Miconia ligustrina*, *Cestrum buxifolium*, *Miconia elaeoides*, *Berberis goudotii*) y drupas (*Gaiadendron punctatum*, *Morella parvifolia*, *Myrsine dependens*, *Symplocos theiformis*) con 20 % cada una; las demás especies presentan cápsulas (*Bucquetia glutinosa*, *Vallea stipularis*, *Hypericum juniperinum*), legumbres (*Lupinus bogotensis*) y pomos (*Hesperomeles goudotiana*). Las estrategias de dispersión que se encontraron fueron balocoria, barocoria, zoocoria y anemocoria.



**Figura 1.** Número de especies de plantas por familia en el predio Aguas Vivas, Soacha-Bogotá, Colombia.

**Tabla 2.** Especies de plantas seleccionadas para la evaluación de los rasgos funcionales en el predio Aguas Vivas, Soacha-Bogotá, Colombia

Familia	Especie	Hábito de crecimiento
Asteraceae	<i>Ageratina asclepiadea</i>	Arbusto
	<i>Ageratina tinifolia</i>	Arbusto
	<i>Baccharis prunifolia</i>	Arbusto
	<i>Diplostegium rosmarinifolium</i>	Arbusto
	<i>Gynoxys fuliginosa</i>	Arbusto
	<i>Pentacalia ledifolia</i>	Arbusto
	<i>Pentacalia pulchella</i>	Arbusto
Berberidaceae	<i>Berberis goudotii</i>	Arbusto
Clusiaceae	<i>Hypericum juniperinum</i>	Arbusto
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i>	Árbol
Fabaceae	<i>Lupinus bogotensis</i>	Hierba
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i>	Árbol
Melastomataceae	<i>Bucquetia glutinosa</i>	Arbusto
	<i>Miconia elaeoides</i>	Arbusto
	<i>Miconia ligustrina</i>	Arbusto
Myricaceae	<i>Morella parvifolia</i>	Árbol
Myrsinaceae	<i>Myrsine dependens</i>	Árbol
Rosaceae	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	Árbol
Solanaceae	<i>Cestrum buxifolium</i>	Arbusto
Symplocaceae	<i>Symplocos theiformis</i>	Árbol

**Tabla 3.** Rasgos foliares evaluados en las 20 especies de plantas seleccionadas en el predio Aguas Vivas, Soacha-Bogotá, Colombia.

Especie	CFMS (%)	N (%)	AF (cm <sup>2</sup> )	AFE (cm <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )	DF (N.cm <sup>2</sup> )
<i>Ageratina asclepiadea</i>	66.01	2.51 ± 0.04	41.9 ± 11.3	61.61	0.12 ± 0.04
<i>Ageratina tinifolia</i>	35.04	4.86 ± 0.07	26.88 ± 4.15	65.56	0.04 ± 0.02
<i>Baccharis prunifolia</i>	59.90	4.97 ± 0.09	6.98 ± 0.71	58.22	0.05 ± 0.018
<i>Berberis goudotii</i>	52.23	3.63 ± 0.02	1.75 ± 0.515	50.17	0.34 ± 0.012
<i>Bucquetia glutinosa</i>	48.26	3.75 ± 0.02	3.523 ± 0.420	74.60	0.10 ± 0.02
<i>Cestrum buxifolium</i>	27.27	5.48 ± 0.10	3.828 ± 0.94	132.00	0.10 ± 0.04
<i>Diplostegium rosmarinifolium</i>	85.00	2.63 ± 0.06	0.864 ± 0.13	50.82	0.05 ± 0.01
<i>Gaiadendron punctatum</i>	43.92	2.85 ± 0.02	5.49 ± 1.058	43.92	0.17 ± 0.03
<i>Gynoxys fuliginosa</i>	32.47	4.07 ± 0.2	30.056 ± 7.25	79.10	0.14 ± 0.04
<i>Hesperomeles goudotiana</i>	57.14	3.24 ± 0.02	4.066 ± 0.51	51.07	0.20 ± 0.07
<i>Hypericum juniperinum</i>	90.00	3.79 ± 0.04	0.0076 ± 0.01	7.71	0.3 ± 0.10



<i>Lupinus bogotensis</i>	19.49	8.52 ± 0.01	8.71 ± 2.5	189.39	0.05 ± 0.01
<i>Miconia elaeoides</i>	30.00	4.5 ± 0.06	16.288 ± 2.42	129.26	0.11 ± 0.03
<i>Miconia ligustrina</i>	55.86	3.57 ± 0.04	5.119 ± 0.94	72.09	0.15 ± 0.03
<i>Morella parvifolia</i>	58.33	4.17 ± 0.04	6.019 ± 0.92	79.19	0.11 ± 0.02
<i>Myrsine dependens</i>	69.23	3.80 ± 0.04	0.601 ± 0.10	66.70	0.28 ± 0.07
<i>Pentacalia ledifolia</i>	62.50	2.5 ± 0.21	0.44 ± 0.08	74.16	0.1 ± 0.01
<i>Pentacalia pulchella</i>	52.45	3.49 ± 0.15	2.758 ± 0.639	86.18	0.07 ± 0.03
<i>Symplocos theiformis</i>	33.33	3.3 ± 0.10	4.225 ± 0.84	65.23	0.4 ± 0.08
<i>Vallea stipularis</i>	46.15	3.73 ± 0.01	34.467 ± 7.23	139.2	0.08 ± 0.03

**Tabla 4.** Estadística descriptiva para los rasgos foliares de 20 especies de plantas seleccionadas en el predio Aguas Vivas, Soacha-Bogotá, Colombia. ST.DEV, desviación estándar; C.V., coeficiente de variación; MÍN, valor mínimo; MÁX, valor máximo.

Rasgos foliares	MEDIA	MEDIANA	ST.DEV	C.V. %	MÍN	MÁX
AF (cm <sup>2</sup> )	10.19	4.672	12.65	124.12	0.0076	41.9
AFE (cm <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )	82.58	73.125	36.94	44.73	43.92	189.39
CFMS (%)	51.01	52.34	18.68	36.62	19.49	90
N (%)	4.03	3.75	1.33	33.12	2.4	8.52
DF(N.cm <sup>2</sup> )	0.15	0.11	0.10	65	0.045	0.39

La forma de crecimiento que predominó fue la de tipo arbustivo (70 % de las especies) y las especies que registraron mayor altura fueron *Miconia ligustrina*, *Vallea stipularis* y *Gaiadendrom punctatum*, con valores de 6, 7 y 8 metros, respectivamente.

**Análisis multivariados.** En el análisis de componentes principales, los dos primeros componentes explicaron el 72.23 % de la variabilidad total (49.63 % y 22.6 %, respectivamente). En ésta, los valores de AFE y N se asociaron negativamente con el CFMS, de igual manera el AF tuvo una relación negativa con la DF (Figura 2).

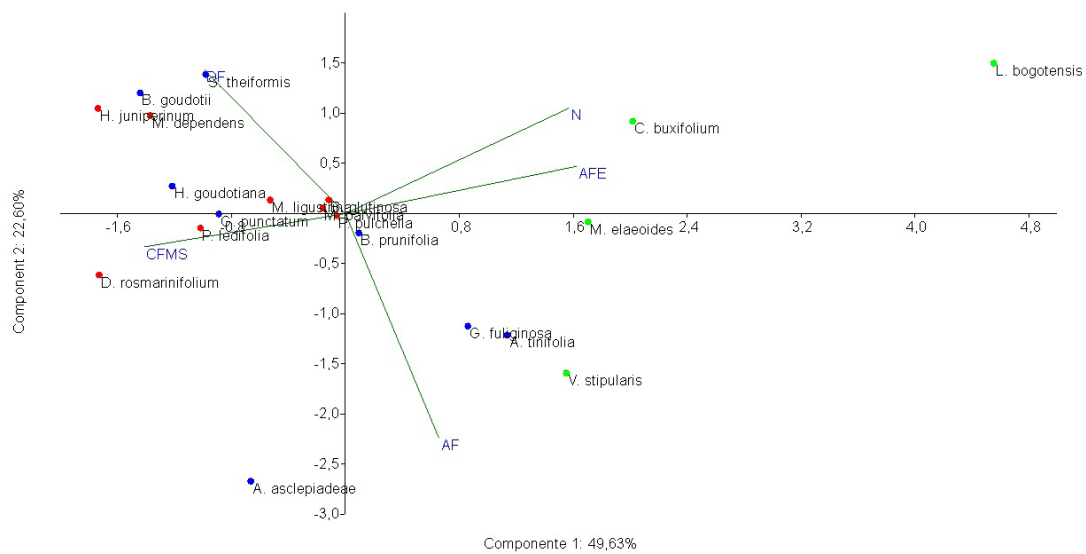
A través del análisis clúster, se diferenciaron tres tipos funcionales de acuerdo a sus similitudes descritas en los rasgos de historia de vida (Figura 3).

El TFP1 lo conformaron ocho especies que presentaron en general los valores más bajos de nitrógeno foliar. Sin embargo, este grupo se dividió en dos subclados: el primero con cinco especies (*Bucquetia glutinosa*, *Pentacalia pulchella*, *Miconia ligustrina*, *Morella parvifolia* y *Pentacalia ledifolia*) que registraron en promedio valores de AF de 3.57 ± 2.17 cm<sup>2</sup> y CFMS de 55.48 % ± 5.45 %.

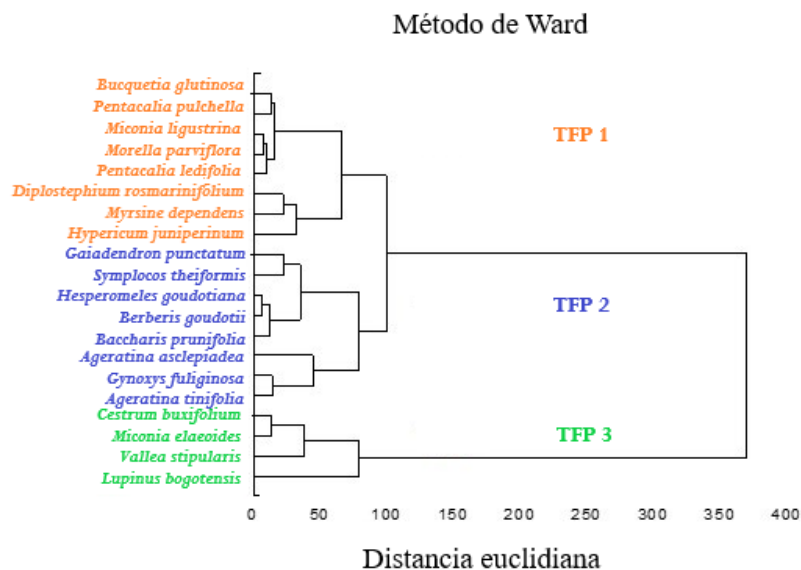
El segundo subclado con tres especies (*Diplostegium rosmarinifolium*, *Myrsine dependens* e *Hypericum juniperinum*) que presentaron las hojas más pequeñas con valores promedio de AF de 0.49 ± 0.43 cm<sup>2</sup> y el más alto contenido de materia seca con 81.41 ± 10.8 %.

El TFP 2 está conformado por ocho especies, todas con estrategia de dispersión por ornitocoria excepto *Baccharis prunifolia* y con valores intermedios de CFMS y de N. En este tipo funcional se presentan dos subclados, el primero lo conforman las especies *Gaiadendrom punctatum*, *Symplocos theiformis*, *Hesperomeles goudotiana*, *Berberis goudotii* y *Baccharis prunifolia*, que registraron el menor valor de AFE con 53.7 ± 8.1 cm<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup> y otro subclado conformado por *Ageratina asclepiadea*, *Gynoxys fuliginosa* y *Ageratina tinifolia*, especies cuyas hojas fueron las de mayor AF, con 32.9 ± 7.9 cm<sup>2</sup>.

En el TFP 3 están las especies *Cestrum buxifolium*, *Miconia elaeoides*, *Vallea stipularis* y *Lupinus bogotensis*. Todas con hojas de textura membranosa. En este grupo están las especies con mayores valores de contenido de N y AFE y los valores más bajos de CFMS y DF (Tabla 5).



**Figura 2.** Diagrama de ordenación de las especies de plantas seleccionadas en el predio Aguas Vivas, Soacha-Bogotá, Colombia, en los dos primeros ejes establecidos en el ACP. AF, área foliar; AFE, área foliar específica; CFMS, contenido foliar de materia seca; DF, dureza foliar; N, contenido de nitrógeno. Puntos rojos, TFP1; puntos azules, TFP2; puntos verdes, TFP3. Valor propio eje 1= 2.48; valor propio eje 2= 1.12.



**Figura 3.** Análisis de conglomerados de plantas seleccionadas en el predio Aguas Vivas, Soacha-Bogotá, Colombia, basado en rasgos categóricos (polinización, dispersión, tipo de fruto, forma de crecimiento, textura de la hoja, tipo de indumento), categóricos cuantitativos (tamaño del fruto, número de semillas por fruto) y cuantitativos (AF, AFE, N, CFMS, DF, AM).

La prueba T cuadrado de Hotteling mostró diferencias significativas entre los 3 TFP ( $\alpha < 0.05$ ), lo cual indica que existe un agrupamiento de las especies a partir de los valores obtenidos para los diferentes rasgos foliares. En cuanto al análisis discriminante, se encontró que la DF es el rasgo de mayor discriminación entre el TFP1 y TFP2 y entre el TFP1 y TFP3, mientras que para el TFP2 y TFP3 es el N quien diferencia estos grupos (Tabla 6).

Hubo una correlación directa (0.76) entre el AFE y N, que son dos rasgos relacionados con la capacidad de fotosíntesis (Kitajima, 1996). Por otro lado, el N y CFMS se relacionaron negativamente (-0.56). Esto se evidenció en *Lupinus bogotensis* y *Cestrum buxifolium*, que fueron las plantas que presentaron mayor contenido de N y el menor contenido de materia seca en la hoja. El CFMS se relacionó negativamente con el AFE (-0.53), ya que un mayor peso seco da menores valores de AFE (Bermeo, 2010). Esto se representa muy bien en *Hypericum juniperinum*, que fue la especie con mayor CFMS (90 %) y menor AFE ( $0.076 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ). La DF se relacionó negativamente con el AF (-0.36), siendo *Myrsine dependens*, *Berberis goudotii* y *Symplocos theiformis* las especies de mayor dureza foliar, pero que presentaban hojas pequeñas.

El AFE y el AF se correlacionan positivamente; esto se puede deber a que estas dos variables según Kitajima (1996) están correlacionadas con la tasa fotosintética y con el contenido de nitrógeno foliar por unidad de peso foliar. Otra correlación positiva se da entre AF-N y una correlación negativa entre CFMS-AF.

## Discusión

En el TFP1 se encuentran las especies con mayor DF y CFMS y menor N, como *Diplostegium rosmarinifolium*, *Myrsine dependens* e *Hypericum juniperinum*. La DF, puede estar correlacionada con una defensa física más eficaz, puesto que las hojas duras son más difíciles de cortar y digerir por los herbívoros (Barone & Coley, 2002). Por otro lado, el N puede incidir sobre la intensidad de la herbivoría, sin embargo, esta última también dependerá de la disponibilidad de nutrientes y la edad de las hojas, es decir, cuanto más joven la hoja, mayor será el daño por herbivoría (Coley, 1990).

**Tabla 5.** Promedio y desviación estándar para los rasgos foliares de cada tipo funcional de plantas (TFP) en el predio Aguas Vivas, Soacha-Bogotá, Colombia. AF, área foliar; AFE, área foliar específica; CFMS, contenido foliar de materia seca; DF, dureza foliar; N, contenido de nitrógeno; S, número de especies.

TFP	S	AF (cm <sup>2</sup> )	AFE (cm <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	CFMS (%)	N (%)	DF (N·cm <sup>-2</sup> )
1	5	3.57 ± 2.17	77.2 ± 5.62	55.48 ± 5.45	3.47 ± 0.58	0.11 ± 0.02
	3	0.49 ± 0.43	66.9 ± 16.2	81.41 ± 10.8	3.40 ± 0.67	0.24 ± 0.08
2	5	4.5 ± 1.9	53.7 ± 8.1	48.4 ± 11.4	3.59 ± 0.81	0.23 ± 0.14
	3	32.9 ± 7.9	68.7 ± 9.17	44.5 ± 18.6	3.77 ± 1.25	0.10 ± 0.04
3	4	15.8 ± 13.4	147.4 ± 28.2	30.72 ± 11.20	5.55 ± 2.1	0.08 ± 0.02

**Tabla 6.** Valores comparativos de la función discriminante para los tres tipos funcionales de plantas (TFP) en el predio Aguas Vivas, Soacha-Bogotá, Colombia, con base en 5 rasgos foliares. AF, área foliar; AFE, área foliar específica; CFMS, contenido foliar de materia seca; DF, dureza foliar; N, contenido de nitrógeno; S, número de especies. Nivel de confianza, 95 %.

Comparación TFP	AF (cm <sup>2</sup> )	AFE (cm <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	N (%)	CFMS (%)	DF (N·cm <sup>-2</sup> )	P (valor) $\alpha=0.05$
TFP1/TFP2	0.53591	-0.48716	-3.3841	0.21382	<b>-29.536</b>	0.0007
TFP1/TFP3	-0.39852	-0.14932	3.6536	0.15677	<b>-9.7938</b>	0.009
TFP2/TFP3	-0.76322	0.3803	<b>7.118</b>	-0.1121	-0.78502	0.0002

El TFP 2 presenta especies con valores bajos de AFE e intermedios de N. Estas especies podrían encajar dentro de la estrategia conservativa, que se caracteriza por ser de sucesión tardía y crecimiento lento (Hobbie, 1992), ya que son especies con AFE baja, la cual se relaciona con la tasa de crecimiento de las plantas (Cornelissen *et al.*, 2003), hojas duras y bajo contenido de nitrógeno (Kühner & Kleyer, 2008). En un proceso de restauración ecológica, estas especies del TFP 2 podrían plantarse en una etapa posterior al establecimiento de las especies tolerantes a la exposición solar, luego de generarse una cobertura que permita hacer enriquecimientos (Knowles & Parrotta, 1995).

En el TFP 2, las especies con menor AFE fueron *Gaiadendron punctatum* ( $43.92 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ), *Berberis goudotii* ( $50.17 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ) y *Hesperomeles goudotiana* ( $51.07 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ), lo cual se asocia con hojas más longevas y con más ventajas en hábitats con escasez de nutrientes y agua (Cornelissen *et al.*, 1996).

Tanto en el TFP1 como en el TFP2 se registraron altos valores de DF y CFMS, rasgos presentes en especies que dominan altitudes intermedias (Garnica & Saldarriaga, 2015), como se reportó en el complejo de Páramo Sumapaz - Cruz Verde y se establecen en áreas de conectividad entre el bosque altoandino y el páramo. Especies con estos rasgos podrían considerarse de crecimiento lento, y de acuerdo a la hipótesis de disponibilidad de recursos de Coley *et al.* (1985), estas especies invierten más en defensa contra los herbívoros, puesto que están adaptadas a vivir en áreas con pobres condiciones edáficas.

En el TFP 3 están las especies con mayor AFE, como *Lupinus bogotensis* ( $189.39 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ), *Vallea stipularis* ( $139.2 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ), *Cestrum buxifolium* ( $132 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ) y *Miconia elaeoides* ( $129.26 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ). El AFE se relaciona directamente con la capacidad para adquirir energía solar y dióxido de carbono, y por tanto, especies con estas características obtienen una mayor ganancia de carbono, reflejada en altas tasas de crecimiento y mayor capacidad competitiva (Wright *et al.*, 2004). También el AFE podría relacionarse con la longevidad foliar, siendo las las hojas de especies con mayor AFE menos longevas, pues especies con esta característica tienden a invertir una menor cantidad de energía en la defensa de las hojas, pero a cambio de tasas metabólicas más altas (Cornelissen *et al.*, 2003). En este grupo las especies tienen hojas de textura membranosa, son las que presentan mayores valores de contenido N y los valores más bajos de CFMS, que según Grime *et al.* (1997)

podrían corresponder a especies de estrategia adquisitiva, que se caracterizan por ser colonizadoras, con tasas de crecimiento rápido, de hojas delgadas, suaves, con alta AFE y bajo CFMS. Según Weiher *et al.* (1999), una tasa de crecimiento rápido se ve representada en áreas foliares grandes, debido a que está relacionada con la estrategia de aprovechamiento de luz (Garnier *et al.*, 2001), y por lo tanto, con una mayor fotosíntesis. Este atributo es importante para la restauración ecológica, ya que las especies con altas tasas de crecimiento tienen la capacidad de acumular biomasa de manera más rápida, y pueden actuar como facilitadoras para el establecimiento de otras especies que requieren determinados microclimas para adaptarse adecuadamente (Gómez & Vargas, 2011) o como competidoras frente al avance de especies exóticas invasoras en ecosistemas altoandinos, como sucede con *Lupinus bogotensis*, usada para el control de *Ulex europaeus* (Vargas *et al.*, 2009). Por otro lado, el alto contenido de nitrógeno en las hojas es una característica que puede emplearse para iniciar procesos de restauración en suelos degradados y susceptibles a la erosión, dado que el N está relacionado con la tasa de descomposición de la hojarasca la cual aporta rápidamente materia orgánica al suelo (León *et al.*, 2008).

Se ha sugerido que las especies de hojas coriáceas, de alta dureza foliar y bajo contenido de nitrógeno, se desarrollan favorablemente en hábitats donde los suelos son pobres (Loveless, 1962). Tal puede ser el caso de *Diplostephium rosmarinifolium*, *Myrsine dependens*, *Hypericum juniperinum*, *Gaiadendrom punctatum*, *Symplocos theiformis*, *Hesperomeles goudotiana*, *Berberis goudotii* y *Baccharis prunifolia*, las cuales presentaron hojas coriáceas, de mayor dureza foliar que las demás especies evaluadas. Este tipo de especies tienden a presentar bajas tasas de crecimiento y por lo tanto a requerir menos nutrientes, lo que se ve reflejado en hojarasca con deficiencia de nutrientes minerales, que se liberan lentamente al bosque (Valladares, 2008).

Las especies de hojas coriáceas presentan las paredes celulares engrosadas y espesas cutículas protectoras, que puede ser una ventaja cuando la planta se encuentra sometida a estrés hídrico, ya que se evita la pérdida de agua (Larcher, 2003); por tal razón, este atributo se podría considerar para la selección de especies que se adapten a condiciones de sequía.

En cuanto a la producción de semillas, algunos autores (Janzen, 1970; Hubbell, 1980; McCanny, 1985) consideran que existe una relación inversa entre semillas producidas y supervivencia de las plántulas. Es decir,

plantas que producen semillas pequeñas tienen como estrategia de propagación la producción de abundantes semillas para aumentar la probabilidad de supervivencia de algunas plántulas, como puede ocurrir en nuestra área de estudio con las especies de Melastomataceae y Asteraceae. Este carácter es útil para la restauración ecológica, ya que la producción de semillas también puede estar relacionada con la cantidad de dispersores que arriban al lugar, que podría incrementar el grado de conectividad en las zonas a restaurar (Albuquerque *et al.*, 2013).

Por el contrario, en especies como *Gaiadendron punctatum*, *Morella parvifolia*, *Myrsine dependens* y *Symplocos theiformis* se pueden producir pocas semillas, pero dotadas individualmente de mayor cantidad de reservas (semillas de 5-10 mm) que darán lugar a plántulas de mayor tamaño y con mayor probabilidad de sobrevivir (Coomes & Grubb, 2003). Sin embargo, un tamaño pequeño de semilla también puede permitir que las especies se reproduzcan más rápidamente, inicien procesos sucesionales y colonicen sitios antes que otras especies, mientras que semillas pesadas de tamaño grande tienden a tener un mejor establecimiento cuando compiten con sus vecinos (Weiher *et al.*, 1999).

## Conclusión

Los TFP estuvieron asociados principalmente a variables foliares como el contenido de N, DF y el AFE, más que a la altura de la planta, tipos de fruto, tipo de indumento o hábito de crecimiento. Los rasgos foliares resultaron ser muy informativos a la hora de definir diferentes asociaciones, pues las especies que se identificaron como de rápido crecimiento registraron altos valores de AFE, N, textura de hoja membranosa y bajos contenidos de CFMS tal como se registró en el TFP3 compuesto por *Cestrum buxifolium*, *Miconia elaeoides*, *Vallea stipularis* y *Lupinus bogotensis*. El TFP1 lo conformaron especies con menor AF y mayor CFMS y DF, correlacionándose positivamente entre sí estas dos últimas variables, mientras que el TFP2 se diferenció de los demás tipos por presentar las especies con mayor AF, destacándose el aporte de la familia Asteraceae, pues representaban el 50% de las especies del grupo. Son necesarios más estudios para evaluar diferentes rasgos funcionales que contribuyan a la recuperación de los ecosistemas en respuesta a las perturbaciones naturales o antrópicas. Características como producción de hojarasca,

rasgos radicales y de la madera, palatabilidad de las hojas, entre otros, se deben considerar a la hora de escoger asociaciones de plantas a incorporar en los diseños; sin embargo, esta selección también se hace teniendo en cuenta las condiciones del sitio a restaurar, el estado de conservación de las especies, las características fisionómico-estructurales de la vegetación presente y los objetivos y metas del proyecto a alcanzar.

## Agradecimientos

Agradecemos al equipo de restauración ecológica y a las profesionales del laboratorio de bromatología de la Subdirección Científica del Jardín Botánico José Celestino Mutis, por el apoyo en el desarrollo de esta investigación.

## Referencias

- Albuquerque, L. B., Aquino, F. G., Costa, L. C., Miranda, Z. J. G. & Sousa, S. R. (2013). Espécies de Melastomataceae Juss. com potencial para restauração ecológica em área em regeneração natural para uso potencial na restauração ecológica de mata ripária no bioma Cerrado. *Polibotânica*, 35, 1-19.
- AOAC -Association of Official Analytical Chemists (2000). *Official Methods of Analysis*. 17th edition. Washington D. C.: Association of Official Analytical Chemists. 186 pp.
- Anderson, E., Marengo, J., Villalba, R., Halloy, S., Young, B., Cordero, D. & Ruiz, D. (2011). Consequences of climate change for ecosystems and ecosystem services in the tropical Andes. En Herzog, S., Martínez, R., Jorgensen, P., Tiessen, H. (Eds.) *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes: 1-5*. Paris, Francia: MacArthur Foundation, Inter-American Institute for Global Change Research (IAI), Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE).
- Bateman, J. (1970). *Nutrición Animal. Manual de métodos analíticos*. México: Herrero Hermanos, S. A. 468 pp.
- Barone, J. & Coley P. (2002). Herbivorismo y las defensas de las plantas. En: Guariguata M. R. & G. H. Kattan. (eds.). *Ecología y Conservación en bosques Neotropicales*. Cartago: Ed. LUR. 465-492 pp.
- Bermeo, D. (2010). Determinación y caracterización de tipos funcionales de plantas (TFPs) en bosques secundarios dentro de un gradiente altitudinal y

- su relación con variables bioclimáticas. (Tesis de maestría). Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 126 pp
- Castellanos-Castro, C. & Bonilla, A. (2011). Grupos funcionales de plantas con potencial uso para la restauración en bordes de avance de un bosque altoandino. *Acta biológica Colombiana*, 16(1), 154-174.
- Coley, P. D., Bryant, J. P. & Chapin F. S. (1985). Resource availability and plant antiherbivore defenses. *Science*, 230, 895-899. <https://doi.org/10.1126/science.230.4728.895>
- Coley, P. D. (1990). Tasas de herbivorismo en diferentes árboles tropicales. En: Leigh, E. G. Jr.; R. A. Stanley, D. M. Windsor, (Eds.). *Ecología de un bosque tropical*. Balboa, Panamá: The Smithsonian Tropical Research Institute. 191-200 pp.
- Coomes, D. & Grubb, P. (2003). Colonization, tolerance, competition and seed-size variation within functional groups. *Trends in Ecology and Evolution*, 18, 283-291. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00072-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00072-7)
- Cornelissen, J., Castro-Díez, P. & Hunt, R. (1996). Seedling growth, allocation and leaf attributes in a wide range of woody plant species and types. *Journal of Ecology*, 84, 755-765. <https://doi.org/10.2307/2261337>
- Cornelissen, J., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D.E., Reich, P., Steege, H., Morgan, D., Van der Heijden, M.G.A., Pausas, J.G. & Poorter, H. (2003). Manual mundial para la medición fácil y estandarizada de rasgos funcionales de plantas. *Australian Journal of Botany*, 51, 335-380. <https://doi.org/10.1071/BT02124>
- Curtis, J.T. y McIntosh, R.P. (1951). An upland forest continuum in the pariré-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32, 476-496. <https://doi.org/10.2307/1931725>
- Delgado, F. (2012). *Clasificación funcional del bosque semideciduo de la Reserva de la Biosfera Península de Guanahacabibes*. (Tesis de Doctor en Ciencias). Pinar del Río, Cuba: Universidad de Pinar del Río, Centro de Estudios Forestales. 173 pp.
- Díaz, S. & Cabido, M. (1997). Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. *Journal of Vegetation Science*, 8, 463-474. <https://doi.org/10.2307/3237198>
- Dunn, E., Shropshire, F., Song, L. & Mooney, H. (1976). The water factor and convergent evolution in Mediterranean-type vegetation. En: Lange O., Kappen, J. y Schulze, E. (Eds). *Water and Plant Life*. Pp: 492-505. Berlin: Springer-Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-66429-8\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-642-66429-8_30)
- Garnica, C. & Saldarriaga, S. (2015). Diversidad funcional en un gradiente altitudinal del complejo de páramos Sumapaz-Cruz verde. (Tesis de pregrado). Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 72 pp.
- Garnier, E., Laurent, G., Bellman, A., Debain, S., Berthelie, P., Ducout, B., Roumet, C. & Navas, M.L. (2001). Consistency of species ranking based on functional leaf traits. *New Phytologist*, 152, 69-83. <https://doi.org/10.1046/j.0028-646x.2001.00239.x>
- Gitay, H., Noble, I.R. & Connell, J.H. (1999). Deriving functional types for rain-forest trees. *Journal of Vegetation Science*, 10, 641-650. <https://doi.org/10.2307/3237079>
- Gómez, P. & Vargas, O. (2011). Grupos funcionales de especies promisorias para la restauración ecológica con base en sus rasgos de historia de vida en la Reserva Natural Ibanasca (Ibague, Tolima, Colombia). En: Vargas O. & Reyes S. (Eds.). *La restauración ecológica en la práctica: Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica*. Pp: 239-247. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Granados-Sánchez, D., López-Ríos, F. & Gama-Flores, J. (1998). Adaptaciones y estrategias de las plantas de zonas áridas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del ambiente*, 4(1), 169-178
- Grime, J.P., Thompson, K., Hunt, R., Hodgson, J.R., Cornelissen, J.H.C., Rorison, I.H., Hendry, G.A.F., Ashenden, T.W., Askew, A.P., Band, S.R., Booth, R.E., Bossard, C.C., Campbell, B.D., Cooper, J.E.L., Davison, A.W., Gupta, P.L., Hall, W., Hand, D.W., Hannah, M.A., Hillier, S.H., Hodgkinson, D.J., Jalili, A., Liu, Z., Mackey, J.M.L., Matthews, N., Mowforth, M.A., Neal, A.M., Reader, R.J., Reiling, K., Ross-Fraser, W., Spencer, R.E., Sutton, F., Tasker, D.E., Thorpe, P.C. & Whitehouse, J. (1997). Integrated screening validates primary axes of specialisation in plants. *Oikos*, 79, 259-281. <https://doi.org/10.2307/3546011>
- Hammer & Harper DAT [Internet]. (2005). Paleontological Statistics version 1.34.
- Harris, J. & Harris, W. (1994). *Plant Identification Terminology: An Illustrated Glossary*. Utah, USA: Spring Lake Publishing. 216 pp.
- Hendry, G.A.F. & Grime, J.P. (1993). *Methods in Comparative Plant Ecology: A Laboratory Manual*. Londres: Chapman y Hall. 252 pp. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-1494-3>
- Hobbie, S.E. (1992). Effects of plant species on nutrient cycling. *Trends in Ecology and Evolution*, 7(10), 336-339. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(92\)90126-V](https://doi.org/10.1016/0169-5347(92)90126-V)
- Holl, K.D. (2002). Effect of shrubs on tree seedling establishment in an abandoned tropical pasture. *Journal of Ecology*, 90, 179-187. <https://doi.org/10.1046/j.0022-0477.2001.00637.x>

- Hooper, D. & Vitousek, P. (1997). The effects of plant composition and diversity on ecosystem processes. *Science*, 277, 1302-1305.  
<https://doi.org/10.1126/science.277.5330.1302>
- Hubbell, S. (1980). Seed predation and the coexistence of tree species in tropical forests. *Oikos*, 35, 214-229.  
<https://doi.org/10.2307/3544429>
- Janzen, D. (1970). Hervibores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist*, 104, 501-528. <https://doi.org/10.1086/282687>
- Kappelle, M. & Brown, A.D. (2001). *Bosques nublados del neotrópico*. Santo Domingo de Heredia: Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). 698 pp
- Induced Responses to Herbivory. Chicago: University of Chicago Press, 319 pp.  
<https://doi.org/10.7208/chicago/9780226424972.001.0001>
- Kitajima, K. (1996). Cotyledon functional morphology, patterns of seed reserve utilization and regeneration niches of tropical tree seedlings. En *The ecology of tropical forest tree seedlings*. Pp 193-210. París: Ed. MD Swaine.  
[https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1163-8\\_19](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1163-8_19)
- Kooyman, R. & Rossetto, M. (2008). Definition of plant functional groups for informing implementation scenarios in resource limited multi-species recovery planning. *Biodiversity Conservation*, 17, 2917-2937.  
<https://doi.org/10.1007/s10531-008-9405-5>
- Knowles, O. H. & Parrotta, J. A. (1995). Amazonian forest restoration: an innovative system for native species selection based on phonological data and field performance indices. *Commonwealth Forestry Review*, 74, 230-243.
- Kühner, A. & Kleyer, M. (2008). A parsimonious combination of traits predicting plant response to disturbance and soil fertility. *Journal of Vegetation Science*, 19, 681-692. <https://doi.org/10.3170/2008-8-18436>
- Larcher, W. (2003). *Physiological Plant Ecology* (fourth edition). New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 514 pp.
- Lavorel, S., Touzard, B., Lebreton, J.D. & Clément, B. (1998). Identifying functional groups for response to disturbance in an abandoned pasture. *Acta Oecológica*, 19, 227-240.  
[https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(98\)80027-1](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(98)80027-1)
- León, J.D., Díez, M.C., Castellanos, J., Osorio, L.F. & Marín, N. (2008). Grupos funcionales de microorganismos en suelos degradados por minería de aluvión plantados con *Acacia mangium*. *Suelos Ecuatoriales*, 38, 75-80.
- Loveless, A. R. (1962). Further evidences to support a nutritional interpretation of sclerophylly. *Annals of Botany*, 26, 549-561.  
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a083814>
- McCanny, S. (1985). Alternatives in parent-offspring relationships in plants. *Oikos*, 45, 148-149.  
<https://doi.org/10.2307/3565232>
- Meli, P., Martínez Ramos, M., Rey Benayas, J.M. & Carabias, J. (2014). Combining ecological, social and technical criteria to select species for forest restoration. *Applied Vegetation Science*, 17(4), 744-753.  
<https://doi.org/10.1111/avsc.12096>
- Mittermeier, R. A. & Mittermeier, C. G. (1997). *Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations*. México: CEMEX. 501 pp.
- Montenegro, A. & Vargas, O. (2008). Caracterización de bordes de bosque altoandino e implicaciones para la restauración ecológica en la Reserva Forestal de Cogua (Colombia). *Revista Biología Tropical*, 56(3), 1543-1556. <https://doi.org/10.15517/rbt.v56i3.5728>
- Moreno, N. P. (1984). *Glosario Botánico Ilustrado*. México D.F.: Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. 300 pp.
- Naeem, S., Thompson, L.J., Lawler, S.P., Lawton, J.H. & Woodfin, R.M. (1994). Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. *Nature*, 368, 734-737. <https://doi.org/10.1038/368734a0>
- Nielson, A. & Griffith, P. (1978). Tissue fixation and staining with osmium tetroxide: the role of phenolic compounds. *J. Histochem. Cytochem*, 26, 138-140.  
<https://doi.org/10.1177/26.2.75221>
- Niinemets, Ü., Lukjanova, A., Turnbull, M.H. & Sparrow, A.D. (2007). Plasticity in mesophyll volume fraction modulates light-acclimation in needle photosynthesis in two pines. *Tree Physiology*, 27, 1137-1151.  
<https://doi.org/10.1093/treephys/27.8.1137>
- Niklas, K.J., Cobb, E.D., Niinemets, U., Reich, P.B., Sellin, A., Shipley, B. & Wright, I. J. (2007). "Diminishing returns" in the scaling of functional leaf traits across and within species-groups. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, 8891-8896.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.0701135104>
- Poorter, L. & Bongers, F. (2006). Leaf traits are good prediction of plant performance across 53 rain forest species. *Ecology*, 87(7), 1733-1743.  
[https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2006\)](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2006))
- Rasband, W.S. (2007). ImageJ. US National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://rsbweb.nih.gov/ij/>
- Rozendaal, D.M., Hurtado, V.H. & Poorter, L. (2006). Plasticity in leaf traits of 38 tropical tree species in response to light; relationships with light demand and adult stature. *Functional Ecology*, 20, 207-216.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2006.01105.x>
- Valladares, F. (2008). *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante (Segunda edición)*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente. EGRAF, S. A. 193-230 pp

- Van der Hammen, T. & González, E. (1960). Holocene and Late Glacial climate and vegetation of Páramo de Palacio (Eastern Cordillera, Colombia, South America). *Geologie en Mijnbouw*, 39(12), 737 - 746
- Van der Hammen, T., Stiles, F.G., Rosselli, L., Chisaca-Hurtado, A.M., Camargo-Ponce de Leon, G., Guillot, G., Useche, Y. & Rivera, D. (2008). *Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos*. Bogotá D.C: Secretaria Distrital de Ambiente. 273 pp.
- Vargas, O., León, O. & Díaz, A. (2009). *Restauración ecológica en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones forestales de especies exóticas*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. 305 pp.
- Weihner, E., Van der Werf, A., Thompson, K., Roderick, M., Garnier, E. & Erkksson, O. (1999). Challenging Theophrastus: a common core list of plant traits for functional ecology. *Journal of Vegetation Science*, 10, 609-620. <https://doi.org/10.2307/3237076>
- Wright, I.J., Reich, P.B., Westoby, M., Ackerly, D.D., Baruch, Z. & Bongers, F. (2004). The worldwide leaf economics spectrum. *Nature*, 428, 821-827. <https://doi.org/10.1038/nature02403>



**Angélica María Cogollo Calderón**

Parques Nacionales Naturales de Colombia  
Bogotá, Colombia  
[angelikmac@gmail.com](mailto:angelikmac@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0001-8707-0930>

**Patricia Velasco Linares**

Bosques & Semillas SAS  
Bogotá, Colombia  
[patriciavelascolinares@gmail.com](mailto:patriciavelascolinares@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-5158-0303>

**Leonardo Manosalva**

Parques Nacionales Naturales de Colombia  
Bogotá, Colombia  
[manosalvaleo@gmail.com](mailto:manosalvaleo@gmail.com)  
<https://orcid.org/000-0002-5008-851X>

---

**Caracterización funcional de plantas y su utilidad en la selección de especies para la restauración ecológica de ecosistemas altoandinos**

**Citación del artículo:** Cogollo, A.M., Velasco, P. & Manoslava, L. (2020). Caracterización funcional de plantas y su utilidad en la selección de especies para la restauración ecológica de ecosistemas altoandinos. *Biota Colombiana*, 21(1), 1-15. DOI: [10.21068/c2020.v21n01a01](https://doi.org/10.21068/c2020.v21n01a01).

**Recibido:** 23 de enero de 2019

**Aceptado:** 25 de noviembre de 2019

# Records of Streblidae (Diptera: Hippoboscoidea) in a tropical dry forest fragment in Colombia

## Registros de Streblidae (Diptera: Hippoboscoidea) en un fragmento de bosque seco tropical en Colombia

Oscar Ascuntar-Osnas , Sebastián Montoya-Bustamante , Baltazar González-Chávez 

---

### Abstract

Streblidae is a highly specialized fly family, which feeds exclusively on bats. Here we present information about the species of streblids occurring in two fragments of tropical dry forest in Cauca, Colombia. Between April and November 2012, we conducted 16 capture events of bats using mist nets, which were open from 18:00 until 06:00. Each captured bat was identified and the ectoparasites found were preserved in 90% alcohol solution. A total of 85 ectoparasites were collected and 10 species of streblids were identified in seven bat species. Our analysis showed that these parasites are locally specialized, which strongly contrasts with the high number of host species that have been reported for them. We hypothesize that this discrepancy is due to local constraints that filter the fundamental niche of these flies. This work enriches the inventories of the entomofauna in remnants of tropical dry forest, an ecosystem in a critical state of conservation.

**Key words.** Batflies. Bats. Fragmentation. Host.

### Resumen

Streblidae es una familia de moscas altamente especializada, la cual se alimenta exclusivamente de murciélagos. Aquí se presenta información sobre las especies de Streblidae presentes en dos fragmentos de bosque seco tropical en Cauca, Colombia. Entre abril y noviembre de 2012 se realizaron 16 jornadas de captura de murciélagos, utilizando redes de niebla, las cuales estuvieron abiertas desde las 18:00 hasta las 06:00. Cada murciélago capturado se revisó y los ectoparásitos encontrados se conservaron en alcohol al 90%. Se recolectaron 85 ectoparásitos y se identificaron 10 especies de estréblidos en siete especies de murciélagos. El análisis mostró que estos parásitos son localmente especializados, lo cual contrasta fuertemente con el alto número de especies hospederas que han sido reportadas para ellos. Se hipotetiza que esta diferencia se debe a restricciones locales que filtran el nicho fundamental de estas moscas. Este trabajo enriquece los inventarios de la entomofauna en remanentes de bosque seco tropical, un ecosistema en estado crítico de conservación.

**Palabras clave.** Fragmentación. Hospederos. Moscas ectoparásitas de murciélagos. Murciélagos.

## Introduction

Streblidae and Nycteribiidae are highly specialized families of dipteran, which feed exclusively on bat blood (Wenzel *et al.*, 1966). Most species in these families are ectoparasites, except for females within the genus *Ascodipteron*, which live inside their host's skin (Wenzel *et al.*, 1966; Dick & Patterson, 2006; Dittmar *et al.*, 2006). Several studies have found that at a given site, 71-88% of these bat flies species are host-specific (Wenzel *et al.*, 1966; ter Hofstede *et al.*, 2004; Dick & Gettinger, 2005; Dick, 2007; de Vasconcelos *et al.*, 2016; Urbietta *et al.*, 2019). However, some species are widely distributed and have been recorded on several hosts (e.g., *Paratrachobius longicrus* [Urbietta *et al.*, 2019], and some species of *Trichobius* and *Strebla* [de Vasconcelos *et al.*, 2016]), but never outside their primary host's distribution, and commonly within closely related species or a particular clade (Dick & Patterson, 2006). Although some authors have proposed that registered polyxenic species (i.e., parasite several hosts) may be the result of inappropriate handling (Dick, 2007), natural factors may also cause this, such as species mobility (Marshall, 1981), habitat quality (e.g., Urbietta *et al.*, 2019), or the absence of the primary host (Dick *et al.*, 2009).

Morphology within this group is variable: wings can be normal, reduced or absent; eyes can or cannot be present; the body is laterally or dorsally compressed; and the legs can be short and strong or long and thin (Beloto *et al.*, 2005). These species are adenotrophic viviparous; only one larva develops inside the female and feeds on secretions from the accessory glands, which are highly specialized. Eventually, the third-instar larva is deposited as a sessile prepupa in a substrate (Overall, 1980; Fritz, 1983). The pupa forms and remains in this state for at least four weeks; then, the adult emerges and proceeds to locate its new host.

Streblidae are distributed worldwide and include 5 subfamilies, 33 genera, and at least 239 species; like its hosts, this family has pantropical distribution. While the subfamilies Ascodipterinae and Brachytarsiniinae are restricted to the Old World, Nycterophiliinae, Streblinae, and Trichobiinae are confined to the New World, with a higher species and host richness (Dick & Patterson, 2006; Morse *et al.*, 2013). Vast literature has been published on the taxonomy of this group, particularly in America (Wenzel *et al.*, 1966; Wenzel, 1976; Guerrero, 1993; 1994a; 1994b; 1995a; 1995b; 1996; 1997; Autino *et al.*, 1999; 2000; Graciolli & Carvalho, 2001;

Dick & Gettinger, 2005; Dick & Miller, 2010). However, this group is considered paraphyletic (Dittmar *et al.*, 2006), and few information on phylogenetic relationships exists (Dittmar *et al.*, 2006).

In Colombia, 73 species have been recorded by Bequaert (1940), Tamsitt & Fox (1970), Marinkelle & Grosse (1981), Guerrero (1997), Dick *et al.* (2016), and in the Field Museum of Natural History database lists (<http://emuweb.fieldmuseum.org>). However, lists of species occurring in tropical dry forest are lacking in the literature (Calonge-Camargo & Pérez-Torres, 2018; Durán *et al.*, 2017; Tarquino-Carbonell *et al.*, 2015). The goal of this research was to update the information on several species of Streblidae, contributing to the biological inventory in this ecosystem, which is critically endangered in Colombia (Arango *et al.*, 2003; Arcila *et al.*, 2012), and providing insights on their ecology.

## Study Area

This study was carried out in the *vereda* El Carbonero, Santander de Quilichao, in northern Cauca department, Colombia (02° 59' 9.6" N, 76° 28' 44.4" W and 02° 59' 27.6" N, 76° 28' 30.0" W). Two tropical dry forest fragments were sampled near the western slope of the Andean Central Cordillera, at 1132-1174 m a.s.l. The fragments are surrounded by bushy vegetation, and low pastures for cattle; human intervention such as deforestation, use of river water, and hunting, take place in the area.

## Method

Both forest fragments were sampled during 16 visits between April and November 2012. Sampling during each event spanned 12 hours (from 18:00 to 06:00h), and consisted of 8 mist nets 12 m long by 3 m high, which were revised at one-hour intervals. Sampling effort was 1536 net-hours and 4608 m<sup>2</sup> of total studied area, equally divided within the two fragments (768 net-hours and 2304 m<sup>2</sup> per fragment).

Ectoparasites were visually sought (by active in-fur searching), and specimens were collected and preserved in 90% ethanol for further identification. Bats were identified following Gardner (2007) and Díaz *et al.* (2016) species keys. Ectoparasites were identified using

the keys in Wenzel *et al.* (1966), Wenzel (1976), and Guerrero (1993, 1994a, 1994b, 1995a, 1995b, 1996). All specimens were placed in the Museo de Entomología de la Universidad del Valle (MUSENUV). Host and distribution information was compiled from Guerrero (1997), Graciolli & Carvalho (2001), Dick *et al.* (2016) and the ectoparasite database of The Field Museum of Natural History.

Using field data, we constructed an interaction matrix, with bat species in rows and streblids in columns. Cells in this matrix were filled with the number of individuals collected from any given bat species, as a proxy for interaction frequency. Then we calculated the interaction exclusiveness index  $H'_{2}$  (Blüthgen *et al.*, 2006). This index varies from 0.0 (generalized interactions) to 1.0 (specialized interactions), providing information on interaction specialization at community level. The significance of this index, i.e. whether the observed specialization could be explained by chance alone, was assessed by generating 1000 random matrices with the Patefield (1981) model and using as  $P$  value the proportion of these matrices with  $H'_{2}$  higher than the observed matrix. This analysis was performed using the *bipartite* (Dormann *et al.*, 2009) package of R (R Core Team, 2014).

## Results

We recorded ten species of streblids on seven different bat species. From these, eight streblid species are new records for Cauca department, and particularly for the highly endangered tropical dry forest. The flies *Exastinion clovisi* and *Anastrebla modestini* were recorded for the first time parasitizing the bat *Anoura carishina*. We found a high and significant interaction exclusiveness ( $H'_{2} = 0.97$ ,  $P < 0.001$ ), indicating that streblids in our study site showed highly specialized interactions.

### Streblinae

*Anastrebla modestini* Wenzel, 1996. Figure 1A.

Examined specimens: A female on *Anoura carishina* (Phyllostomidae). Accession number: MUSENUV-28179.

Distribution: From Mexico to Brazil and Bolivia.

Colombian records: Cundinamarca, Huila, and Nariño. Other hosts recorded in Colombia: *Artibeus lituratus*,

*Enchisthenes hartii*, and *Sturnira erythromos* (Phyllostomidae).

Other known hosts: Phyllostomidae: *Anoura cultrata*, *A. caudifer*, *A. peruana*, *A. latidens*, *Carollia perspicillata*, *Glossophaga soricina*, *Lichonycteris obscura*, *Lionycteris spurrelli*, *Lonchophylla robusta*.

Comments: This genus comprises five species, distributed in Central and South America. This is the most common species, and its type host is *Anoura geoffroyi* (Guerrero, 1997). This is the first record of *Anastrebla modestini* as a parasite of *Anoura carishina*.

*Metelasmus pseudopterus* Coquillett, 1907. Figure 1B.

Examined specimens: A male on *Artibeus lituratus* (Phyllostomidae). Accession number: MUSENUV-28184.

Distribution: From Mexico to Argentina.

Colombian records: Meta and Putumayo. No other hosts have been recorded in Colombia.

Other known hosts: Emballonuridae: *Peropteryx macrotis*. Phyllostomidae: *Artibeus amplus*, *A. fimbriatus*, *A. fraterculus*, *A. jamaicensis*, *A. planirostris*, *Enchisthenes hartii*, *Carollia perspicillata*, *C. sowersi*, *Chiroderma villosum*, *Dermanura gnoma*, *Glossophaga soricina*, *Phyllostomus discolor*, *P. hastatus*, *Platyrrhinus helleri*, *Uroderma magnirostrum*, *Vampyriscus nymphaea*. Vespertilionidae: *Myotis nigricans*.

Comments: This genus comprises two species. The cited species presents a wide geographic distribution and low specificity; however, it is not abundant. Its most common hosts are different species of *Artibeus* (Graciolli & Dick, 2004; Guerrero, 1997). The type host is *Artibeus lituratus* (Phyllostomidae).

### Trichobiinae

*Aspidoptera delatorrei* Wenzel, 1966. Figure 1C.

Examined specimens: A female and three males on *Sturnira lilium* (Phyllostomidae). Accession numbers: MUSENUV- 28180, 28181, 28182.

Distribution: From Mexico to Colombia and western Venezuela

Colombian records: Cauca, Meta, Santander, Tolima, and Valle del Cauca. Other hosts recorded in Colombia:

*Desmodus rotundus*, *Sturnira erythromos*, and *S. ludovici* (Phyllostomidae).

Other known hosts: Mormoopidae: *Pteronotus gymnonotus*. Phyllostomidae: *Carollia perspicillata*, *Dermanura tolteca*, *Glossophaga commissarisi*, *G. soricina*, *Phyllostomus hastatus*.

Comments: The genus comprises three species, easily recognizable by its small size, short feet and small rounded wings with well-defined veins (Autino, 2000; Guerrero, 1997). Type host: *Sturnira parvidens* (Phyllostomidae).

***Exastinion clovisi* (Pessoa & Guimarães, 1936). Figure 1D.**

Examined specimens: Two females on *Anoura carishina* (Phyllostomidae). Accession number: MUSENUV - 28183.

Distribution: From Mexico to Venezuela and Brazil.

Colombian records: Antioquia, Cundinamarca, and Nariño. Other hosts recorded in Colombia: *Artibeus* sp. and *Sturnira bidens* (Phyllostomidae).

Other hosts: Emballonuridae: *Peropteryx macrotis*. Mormoopidae: *Pteronotus parnellii*. Natalidae: *Natalus stramineus*. Phyllostomidae: *Anoura cultrata*, *A. geoffroyi*, *A. peruana*, *A. latidens*, *Artibeus jamaicensis*, *Glossophaga soricina*, *Leptonycteris* sp., *Sturnira lilium*.

Comments: This genus comprises three species, all of which parasitize bats in the genus *Anoura* (Dick & Gracioli, 2013; Guerrero, 1997). Type host: *Anoura caudifer* (Phyllostomidae). This is the first record of *Exastinion clovisi* as a parasite of *Anoura carishina*.

***Megistopoda aranea* (Coquillett, 1899). Figure 1E.**

Examined specimens: A male on *Artibeus lituratus* (Phyllostomidae). Accession number: MUSENUV - 28186.

Distribution: From Mexico to Argentina.

Colombian records: Cundinamarca, Tolima, Valle del Cauca, and Vichada. Other hosts recorded in Colombia: *Artibeus jamaicensis*, *Platyrrhinus* spp., and *Sturnira lilium* (Phyllostomidae).

Other hosts: Noctilionidae: *Noctilio leporinus*. Phyllostomidae: *Artibeus fimbriatus*, *A. fraterculus*, *A. hirsutus*,

*A. intermedius*, *A. lituratus*, *A. obscurus*, *A. planirostris*, *Brachyphylla cavernarum*, *Carollia castanea*, *C. perspicillata*, *Chiroderma villosum*, *Chrotopterus auritus*, *Dermanura anderseni*, *Dermanura cinerea*, *Desmodus rotundus*, *Diphylla ecaudata*, *Glossophaga longirostris*, *G. soricina*, *Lonchorhina aurita*, *Lophostoma silvicola*, *Monophyllus redmani*, *Phylloderma stenops*, *Phyllostomus discolor*, *P. hastatus*, *Platyrrhinus lineatus*, *P. vittatus*, *Sturnira ludovici*, *Trachops cirrhosus*, *Uroderma bilobatum*, *Vampyressa bidens*, *V. pusilla*. Vespertilionidae: *Myotis* sp.

Comments: The genus *Megistopoda* includes three described species, widely distributed along the Neotropics. However, its taxonomy is hazy, due to morphological variation within populations (Dick & Gracioli, 2013; Guerrero, 1997). *M. aranea* is one of the most common species in the genus. Type host: Unknown.

***Megistopoda proxima* (Seguy, 1926). Figure 1F.**

Examined specimens: Five females and four males on *Sturnira lilium* (Phyllostomidae). Accession numbers: MUSENUV - 28187, 28188, 28189, 28190, 28191.

Distribution: From Mexico to Argentina; West Indies.

Colombian records: Cauca, Nariño, Putumayo, Santander, Tolima, and Valle del Cauca. Other hosts recorded in Colombia: *Carollia perspicillata*, *Chiroderma* spp., and *Platyrrhinus dorsalis* (Phyllostomidae).

Other hosts: Noctilionidae: *Noctilio leporinus*. Mormoopidae: *Pteronotus parnellii*. Phyllostomidae: *Artibeus fimbriatus*, *A. hirsutus*, *A. jamaicensis*, *A. lituratus*, *A. obscurus*, *Carollia perspicillata*, *Chiroderma villosum*, *Dermanura cinerea*, *D. phaeotis*, *Desmodus rotundus*, *Enchisthenes hartii*, *Glossophaga commissarisi*, *G. soricina*, *Leptonycteris curasoae*, *Lonchorhina aurita*, *Macrotus waterhousii*, *Phylloderma stenops*, *Phyllostomus discolor*, *P. hastatus*, *Platyrrhinus helleri*, *P. lineatus*, *P. umbratus*, *Sturnira bidens*, *S. erythromos*, *S. parvidens*, *S. ludovici*, *S. mordax*, *S. oporaphilum*, *S. tildae*, *Uroderma bilobatum*, *U. magnirostrum*.

Comments: As is common in the genus, this species presents a wide morphological variation in chaetotaxy, wings, and postgonites. They parasitize mostly *Sturnira* spp. (Dick & Gracioli, 2013; Guerrero, 1997). Type host: Unknown.

***Paratrachobius longicrus* (Miranda-Ribeiro, 1907). Figure 1G.**

Examined specimens: 21 females and 28 males in *Artibeus lituratus* (Phyllostomidae). Accession numbers: MUSENUV – 28185, 28192, 28193, 28194, 28195, 28196, 28197, 28198, 28199, 28200, 28201, 28202, 28203, 28204, 28205, 28206, 28207, 28208, 28209, 28210, 28211.

Distribution: From Mexico to Argentina.

Colombian records: Antioquia, Cundinamarca, Huila, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Santander, Tolima and Valle del Cauca. Other hosts recorded in Colombia: *Artibeus jamaicensis* and *Phyllostomus elongatus* (Phyllostomidae).

Other hosts: Molossidae: *Cynomops planirostris*, *Molossops temminckii*, *Tadarida brasiliensis*. Noctilionidae: *Noctilio albiventris*. Phyllostomidae: *Artibeus concolor*, *A. fimbriatus*, *A. intermedius*, *A. lituratus*, *Dermanura azteca*, *D. cinerea*, *D. tolteca*, *Enchisthenes hartii*, *Carollia perspicillata*, *Desmodus rotundus*, *Mesophylla macconnelli*, *Glossophaga soricina*, *Phyllostomus hastatus*, *Platyrrhinus aurarius*, *P. brachycephalus*, *P. dorsalis*, *P. lineatus*, *P. umbratus*, *P. vittatus*, *Pygoderma bilabiatum*, *Sturnira lilium*, *S. ludovici*, *S. oporaphilum*, *Uroderma bilobatum*.

Comments: The genus comprises six described species and probably more to be described. Due to its taxonomical complexity, as a result of population variation, this group requires a detailed revision. Therefore, *P. longicrus* has been suggested as a species complex (Gracioli et al., 2001; Guerrero, 1997). Type host: *Artibeus jamaicensis* (Phyllostomidae).

#### ***Trichobius costalimai* Guimarães, 1938. Figure 1H.**

Examined specimens: Three females and five males on *Phyllostomus discolor* (Phyllostomidae). Accession numbers: MUSENUV – 28220, 28221, 28222, 28223.

Distribution: From Guatemala to Brazil and Bolivia.

Colombian records: Chocó, Cundinamarca, Meta, and Tolima. Other hosts registered for the country: *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae), and *Molossus bondae* (Molossidae).

Other hosts: Phyllostomidae: *Anoura geoffroyi*, *Artibeus jamaicensis*, *Carollia perspicillata*, *Chrotopterus auritus*, *Desmodus rotundus*, *Phyllostomus discolor*, *P. hastatus*, *Sphaeronycteris toxophyllum*, *Sturnira lilium*, *S. ludovici*, *Tonatia bidens*. Vespertilionidae: *Myotis nesopolus*.

Comments: This is the richest genus of Streblidae; it is divided in nine groups (Dick & Gracioli, 2013; Guerrero, 1994). *Trichobius costalimai* is one of the most abundant and widely distributed species; it belongs to the *longipes* complex, and its usual host is *P. discolor* (Guerrero, 1994). Type host: Unknown.

#### ***Trichobius joblingi* Wenzel, 1966. Figure 1I.**

Examined specimens: Five females and a male on *Carollia castanea*. Two males on *Carollia perspicillata*; a male on *Phyllostomus discolor* (Phyllostomidae). Accession numbers: MUSENUV – 28213, 28214, 28215, 28216, 28217, 28218.

Distribution: From Mexico to Brazil and Paraguay.

Colombian records: Antioquia, Bolívar, Córdoba, Cundinamarca, Huila, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Santander, Tolima, Valle del Cauca, and Vaupés. Other hosts recorded in Colombia: *Artibeus jamaicensis*, *A. lituratus*, *Phyllostomus elongatus*, *P. dorsalis*, *Desmodus rotundus*, *Glossophaga soricina*, *Sturnira lilium* (Phyllostomidae), *Natalus tumidirostris* (Natalidae), *Molossus molossus* (Molossidae), *Myotis nigricans* (Vespertilionidae) and *Rhynchonycteris naso* (Emballonuridae).

Other hosts: Emballonuridae: *Saccolaryx bilineata*. Molossidae: *Molossus ater*, *M. molossus*. Mormoopidae: *Pteronotus parnellii*. Natalidae: *Natalus stramineus*. Noctilionidae: *Noctilio leporinus*. Phyllostomidae: *Anoura caudifer*, *A. geoffroyi*, *Artibeus fimbriatus*, *A. fuliginosus*, *A. intermedius*, *A. lituratus*, *A. obscurus*, *Enchisthenes hartii*, *Carollia brevicauda*, *C. sowersi*, *C. subrufa*, *Chiroderma villosum*, *Choeroniscus* sp., *Dermanura anderseni*, *D. phaeotis*, *D. watsoni*, *Glossophaga commissarisi*, *G. leachii*, *G. longirostris*, *G. soricina*, *Lampronnycteris brachyotis*, *Lonchophylla robusta*, *Lonchorhina aurita*, *Lophostoma silvicola*, *Macrophyllum macrophyllum*, *Micronycteris brachyotis*, *M. hirsutus*, *M. megalotis*, *M. minuta*, *Mimon cozumelae*, *Phyllostomus hastatus*, *P. latifolius*, *P. dorsalis*, *Platyrrhinus helleri*, *Rhinophylla pumilio*, *Sturnira erythromos*, *S. lilium*, *S. parvidens*, *S. ludovici*, *S. tildae*, *Trachops cirrhosus*, *Trinycteris nicefori*, *Uroderma bilobatum*, *Vampyrodes caraccioli*. Vespertilionidae: *Myotis nigricans*, *M. ruber*, *Rhogeessa io*.

Comments: A common and abundant species in the Neotropics. Guerrero (1995) mentions that there may be several new species within this taxon. Type host: *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae).

***Trichobius longipes* (Rudow, 1871). Figure 1J.**

Examined specimens: A male on *Phyllostomus hastatus* (Phyllostomidae). Accession number: MUSENUV – 28219.

Distribution: From Guatemala to Brazil and Paraguay.

Colombian records: Antioquia, Huila, Magdalena, Meta, Norte de Santander, and Valle del Cauca. Other hosts recorded in Colombia: *Carollia perspicillata*, *Phyllostomus elongatus*, *Lophostoma silvicola*, *Vampyrum spectrum* (Phyllostomidae) and *Noctilio leporinus* (Noctilionidae).

Other hosts: Emballonuridae: *Rhynchonycteris naso*. Molossidae: *Molossus ater*, *M. rufus*. Mormoopidae: *Pteronotus parnellii*. Phyllostomidae: *Anoura geoffroyi*, *Artibeus jamaicensis*, *Choeronycteris mexicana*, *Desmodus rotundus*, *Glossophaga soricina*, *Phyllostomus discolor*, *Sturnira erythromos*, *S. ludovici*, *Uroderma bilobatum*, *Vampyrum spectrum*.

Comments: The cited species belongs to the “*longipes*” complex. This species is commonly found in *P. hastatus* throughout its range of distribution. Type host: *Phyllostomus hastatus* (Phyllostomidae).

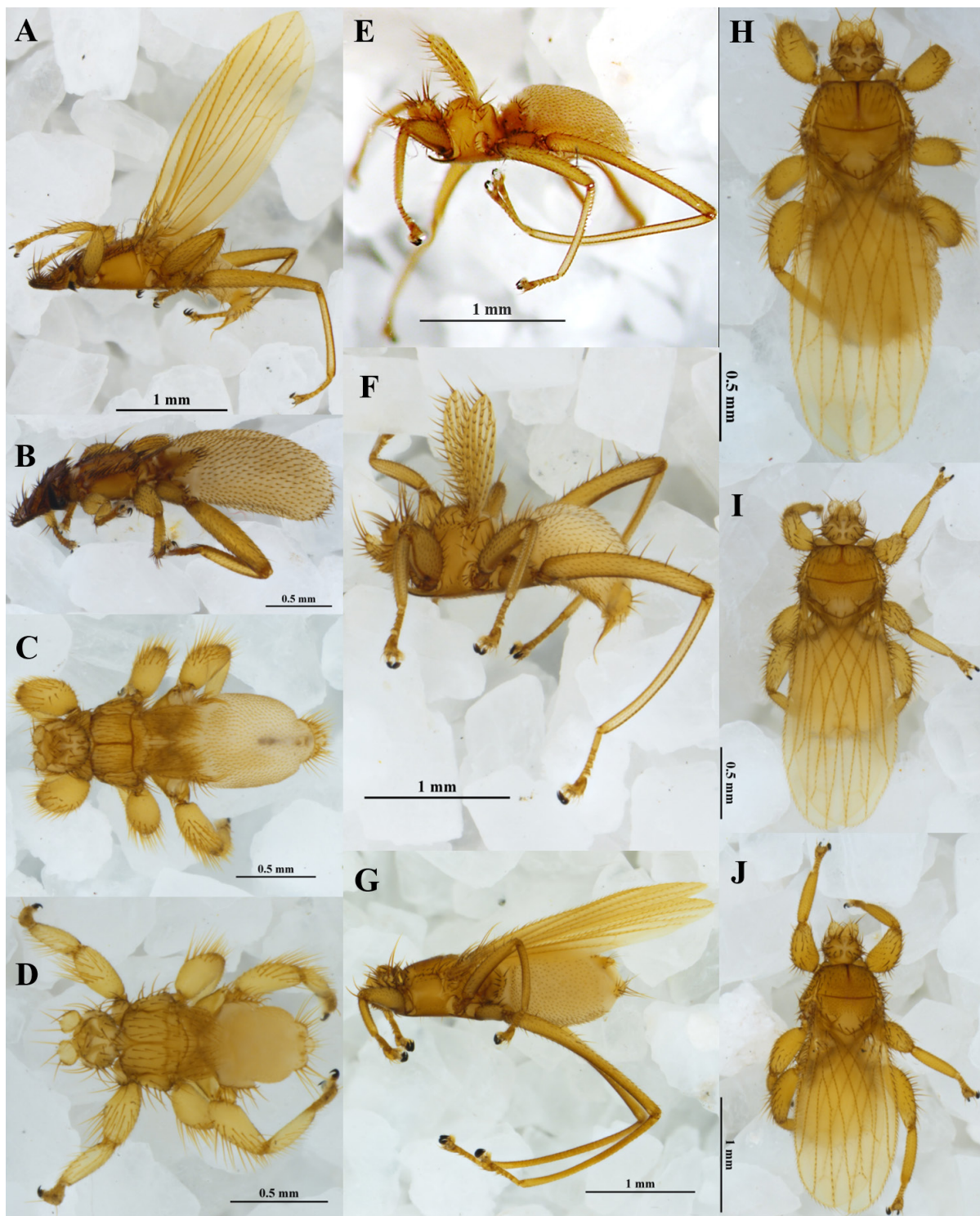
## Discussion

Bat flies (Streblidae) have often been recognized as parasites with high host specificity, with each species interacting with only a few bat hosts (Dick & Patterson, 2006). This claim is consistent with the usually highly specialized interaction reported in studies from other tropical dry forests (e.g., Zarzúa-Carbajal *et al.*, 2016; Durán *et al.*, 2019, de Vasconcelos *et al.*, 2016), including this one. However, it contrasts strongly with the high number of host species reported in the literature (e.g., Dick *et al.*, 2016) for the streblids species found at our study site. As shown above, in some cases ectoparasites species have been reported from bat species in several families.

Some authors have highlighted that accidental associations due to inappropriate handling or studies based on museum skins may yield unreliable results (ter Hofstede *et al.*, 2004; Dick, 2007). However, even when this factor is controlled, several bat fly species may naturally parasite many hosts and this varies across study sites.

For example, in our study *T. longipes* was registered as host-specific, parasitizing only the bat *P. hastatus*. Yet, in other studies *T. longipes* has been recorded for several species (e.g., Dick *et al.*, 2009; de Vasconcelos *et al.*, 2016). It is likely that local factors determine whether bat flies in a given community are monoxenic or polyxenic. For instance, habitat disturbance (de Vasconcelos *et al.*, 2016; Urbietta *et al.*, 2019) could be related to the elimination of some natural barriers (Combes, 1991), favoring polyxenic ectoparasites and varying from one locality to the other. On the other hand, larger scale factors as a bigger fundamental niche of these parasites than what is usually attributed (Dick *et al.*, 2009, but see Fritz [1983] for immunological discussion), and other factors as climate seasonality, vegetation type, bat behavior, and primary host absence (Dick *et al.*, 2009; Pilosof *et al.*, 2012; Zarzúa-Carbajal *et al.*, 2016; Barbier & Gracioli, 2016), could filter this wide range of possible interactions. Therefore, future studies that address host-specificity at a wider scale could clarify whether this phenomenon is a matter of scale.

The Colombian tropical dry forests, for example, have been intensively disturbed by humans for a long time, due to their climate and fertility of their soil. It is estimated that from its original distribution area (80 000 km<sup>2</sup>), there is only about 8% left, being the Cauca river valley one of the most affected and vulnerable (García *et al.*, 2014). In the case of dry forest from central and western Colombia (Valle del Cauca-Cauca), this deforestation has been drastic, preserving few fragments of 1 to 73 ha, surrounded by highly intervened matrices, formed by large extensions of crops and pastures (Armbrrecht *et al.*, 2001; Arcila *et al.*, 2012), creating a panorama of uncertainty for the species that live there. Colombia has a considerable bat richness, with about 198 recorded species (Solari *et al.*, 2013). In the Cauca department, at least 103 species occur (Ramírez-Chaves & Pérez, 2010). Despite this, less than 50% of the species have been recorded as hosts of Streblidae. At least one-half of the bat flies found in this study have been recorded before in other Colombian dry forests (Tarquino *et al.*, 2015; Durán *et al.*, 2017; Calonge-Camargo & Pérez-Torres, 2018). However, both the most captured bat species and the most recorded bat fly differed. In our study site, the bat *Artibeus lituratus* and the bat-fly *Paratrichobius longicrus* were the most frequently recorded species interacting with each other, whereas Tarquino *et al.* (2015) and Calonge-Camargo & Pérez-Torres (2018), recorded *Carollia perspicillata* and *Trichobius joblingi* as the most frequently recorded bat and bat-fly species, respectively. Considering that the



**Figure 1.** Species of Streblidae occurring in dry forest in vereda El Carbonero (Santander de Quilichao, Cauca, Colombia). Streblinae: A, *Anastrebla modestini*; B, *Metelasmus pseudopterus*. Trichobiinae: C, *Aspidoptera delatorrei*; D, *Exastinion clovisi*; E, *Megistopoda aranea*; F, *Megistopoda proxima*; G, *Paratrichobius longicrus*; H, *Trichobius costalimai*; I, *Trichobius joblingi*; J, *Trichobius longipes*.



richness of bat flies is closely related to the richness of their hosts (Barbier & Bernard, 2017) it can also be expected that the abundance of parasites is also promoted by their host abundance.

Our study area like many other dry forest relicts in the Cauca River basin retains as considerable species richness, despite its size (Arcila *et al.*, 2012; Montoya-Bustamante *et al.*, 2016). In this locality, 18 species of bats have been recorded (Montoya-Bustamante *et al.*, 2013) in which 10 species of streblids were found. On the other hand, we also observed that locally, the realized niche of these parasites is highly specialized, which does not mean that their fundamental niche also is. For this reason, larger scale studies and further sampling of bat ectoparasites are necessary, in order to better understand the ecology and diversity of streblids in Colombia. This will help to establish the relationships between different biomes and their fauna.

## Acknowledgements

The authors sincerely thank Ana María Soria, Laura Obando, Daniela Arenas-Viveros, Mario F. Garcés-Restrepo, Sasha Velazco, and Natalya Zapata-Mesa for their support during fieldwork. Also, to Dr. Ricardo Guerrero for his help in confirming the doubtful genus *Trichobius*. To Grupo de Investigación en Ecología Animal for its logistic support in fieldwork. To Rodrigo Bernal, editor of the manuscript who went beyond his duties and made important commentaries to improve the manuscript. We also thank the Laboratorio de Imágenes of the Department of Biology of Universidad del Valle, for photography and technical support.

## References

- Arango, N., Armenteras, D., Castro, M., Gottsmann, T., Hernández, O. L., Matallana, C. L., Morales, M., Naranjo, L. G., Renjifo, L. M., Trujillo, L. F. & Villareal, H. F. (2003). *Vacios de conservación del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia desde una perspectiva ecorregional*. Bogotá D. C.: WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 64 pp.
- Autino, A.G., Claps, G.L. & Barquez, R.M. (1999). Insectos ectoparásitos de murciélagos de las Yungas de la Argentina. *Acta Zoológica Mexicana*, 78, 119-169.
- Autino, A.G. & Claps, G.L. (2000). Catalogue of the ectoparasitic insects of the bats of Argentina. *Insecta Mundi*, 14(4), 193-209.
- Arcila, A.M., Valderrama C. & Chacón, P. (2012). Estado de fragmentación del bosque seco de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2), 86-101.
- Armbrrecht, I., Tischer, I. & Chacón, P. (2001). Nested subsets and partition patterns in ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) of Colombian dry forest fragments. *Pan-Pacific Entomologist*, 77(3), 196-209.
- Barbier, E. & Graciolli, G. (2016). Community of bat flies (Streblidae and Nycteribiidae) on bats in the Cerrado of Central-West Brazil: hosts, aggregation, prevalence, infestation intensity, and infracommunities. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 51, 176-187.  
<https://doi.org/10.1080/01650521.2016.1215042>
- Barbier, E. & Bernard, E. (2017). From the Atlantic Forest to the borders of Amazonia: species richness, distribution, and host association of ectoparasitic flies (Diptera: Nycteribiidae and Streblidae) in northeastern Brazil. *Parasitology research*, 116(11), 3043-3055. <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5615-7>
- Beloto, P., Cotrim, C., Favorito, S., Graciollo, G., Amaku, M. & Pinto-da-Rocha R. (2005). Bat flies (Diptera: Streblidae, Nycteribiidae) parasitic on bats (Mammalia: Chiroptera) at Parque Estadual da Cantareira, São Paulo, Brazil: parasitism rates and host-parasite associations. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 100(1), 25-32.  
<https://doi.org/10.1590/S0074-02762005000100005>
- Bequaert, J.C. (1940). Moscas parásitas pupíparas de Colombia y Panamá. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 3(12), 414-418.
- Blüthgen, N., Menzel, F. & Blüthgen, N. (2006). Measuring specialization in species interaction networks. *BMC ecology*, 6(1), 9. <https://doi.org/10.1186/1472-6785-6-9>
- Calonge-Camargo, B. & Pérez-Torres, J. (2018). Ectoparasites (Polycytenidae, Streblidae, Nycteribiidae) of bats (Mammalia: Chiroptera) from the Caribbean region of Colombia. *THERYA*, 9(2), 171-178.  
<https://doi.org/10.12933/therya-18-492>
- Combes, C. (1991). Evolution of parasite life cycles. In Toft CA, Aeschlimann A, Bolis L. (eds) *Parasite-host associations: coexistence or conflict?* Oxford: Oxford University Press.
- de Vasconcelos, P.F., Falcão, L.A.D., Graciolli, G. & Borges, M.A.Z. (2016). Parasite-host interactions of bat flies (Diptera: Hippoboscoidea) in Brazilian tropical dry forests. *Parasitology Research* 115(1), 367-377.  
<https://doi.org/10.1007/s00436-015-4757-8>

- Díaz, M.M., Solari, S., Aguirre, L.F., Aguiar, L.M.S. & Bárquez, R.M. (2016). *Clave de identificación de los murciélagos de Sudamérica*. Publicación Especial N° 2. Tucumán, Argentina: PCMA (Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina).
- Dick, C.W. (2007). High host specificity of obligate ectoparasites. *Ecological Entomology*, 32(5), 446-450. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2007.00836.x>
- Dick, C.W. & Gettinger, D. (2005). A faunal survey of streblid bat flies (Diptera: Streblidae) associated with bats in Paraguay. *Journal of Parasitology*, 91(5), 1015-1024. <https://doi.org/10.1645/GE-536R.1>
- Dick, C.W. & Patterson, B.D. (2006). Bat flies: obligate ectoparasites of bats. In Morand S, Krasnov BR, Poulin R (eds.). *Micromammals and 500 Macroparasites*. Tokio: Springer-Verlag. pp. 179-194. [https://doi.org/10.1007/978-4-431-36025-4\\_11](https://doi.org/10.1007/978-4-431-36025-4_11)
- Dick, C.W. & Patterson, B.D. (2007). Against all odds: explaining high host specificity in dispersal-prone parasites. *International Journal for Parasitology*, 37(8-9), 871-876. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2007.02.004>
- Dick, C.W., Esbérard, C.E.L., Graciolli, G., Bergallo, H.G. & Gettinger, D. (2009). Assessing host specificity of obligate ectoparasites in the absence of dispersal barriers. *Parasitology Research*, 105(5), 1345-1349. <https://doi.org/10.1007/s00436-009-1563-1>
- Dick, C.W. & Miller, J.A. (2010). Streblidae. In Brown, B.V., A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley, & M. Zumbado (Eds). *Manual of Central American Diptera* (Vol II). Ottawa: National Research Council Press.
- Dick, C.W. & Graciolli, G. (2013). Checklist of world Streblidae (Diptera: Hippoboscoidea). Center for Integrative Research, The Field Museum of Natural History, Chicago, Ill. Available from <https://www.researchgate.net>. Accessed 30 september 2019.
- Dick, C.W., Graciolli, G. & Guerrero R. (2016). Family Streblidae. *Zootaxa*, 4122(1), 784-802. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4122.1.67>
- Dittmar, K., Porter, M.L., Murray, S. & Whiting, M.F. (2006). Molecular phylogenetic analysis of nycteriid and streblid bat flies (Diptera: Brachycera, Calyptratae): Implications for host associations and phylogeographic origins. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 38(1), 155-170. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2005.06.008>
- Dormann, C. F., Fründ, J., Blüthgen, N. & Gruber, B. (2009). Indices, graphs and null models: analyzing bipartite ecological networks. *The Open Ecology Journal*, 2(1), 7-2.
- Durán, A., Álvarez, D. & Graciolli, G. (2017). Ectoparasitic flies (Diptera, Streblidae) on bats (Mammalia, Chiroptera) in a dry tropical forest in the northern Colombia. *Papéis avulsos de zoologia*, 57(8), 105-111. <https://doi.org/10.11606/0031-1049.2017.57.08>
- Durán, A.A., Saldaña-Vázquez, R., Graciolli, G. & Peinado L.C. (2019). Specialization and modularity of an antagonistic ecological network in a dry tropical forest in northern Colombia. *Acta Chiropterologica*, 20(2), 503-510. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2018.20.2.020>
- Fritz, G.N. (1983). Biology and ecology of bat flies (Diptera: Streblidae) on bats in the genus Carollia. *Journal of Medical Entomology*, 20(1), 1-10. <https://doi.org/10.1093/jmedent/20.1.1>
- García, H., Corzo, G., Isaacs, P. & Etter, A. (2014). Distribución y estado actual de los remanentes del bioma de bosque seco tropical en Colombia: Insumos para su gestión. In Pizano C, García H, (Editors). *El bosque seco tropical en Colombia*. Bogotá D.C.: Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). pp. 229-251.
- Gardner, A.L. (2007). *Mammals of South America: marsupials, xenarthrans, shrews and bats*. Chicago, USA: University of Chicago Press.
- Graciolli, G. & de Carvalho, J.B. (2001). Moscas ectoparasitas (Diptera, Hippoboscoidea) de morcegos (Mammalia, Chiroptera) do Estado do Paraná. II. Streblidae. Chave pictórica para géneros e espécies. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18(3), 907-960. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752001000300026>
- Graciolli, G. & Dick, C. W. (2004). A new species of *Metelasmus* (Diptera: Streblidae: Streblinae) from Southern South America. *Zootaxa*, 509, 1-8.
- Guerrero, R. (1993). Catálogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parásitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del nuevo mundo. I Clave para los generos y Nycterophiliinae. *Acta Biologica Venezuelica*, 14(4), 61-75.
- Guerrero, R. (1994a). Catálogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) Parásitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Nuevo Mundo. II. Los grupos: *pallidus*, *caecus*, *major*, *uniformis* y *longipes* del género *Trichobius* Gervais, 1844. *Acta Biologica Venezuelica*, 9, 1-18.
- Guerrero, R. (1994b). Catálogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parásitos de murciélagos (Mammalia:

- Chiroptera) del Nuevo Mundo. IV. Trichobiinae con alas desarrolladas. *Boletín de Entomología Venezolana N. S.*, 9, 161-192.
- Guerrero, R. (1995a). Catálogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parásitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Nuevo Mundo. III. Los grupos: *dugesii*, *dunni* y *phyllostomae* del Genero *Trichobius* Gervais, 1844. *Acta Biologica Venezuelica*, 15, 1-27.
- Guerrero, R. (1995b). Catálogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parásitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Nuevo Mundo. V. Trichobiinae con alas reducidas o ausentes y misceláneos. *Boletín de Entomología Venezolana N. S.*, 10, 135-160.
- Guerrero, R. (1996). Catálogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parásitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Nuevo Mundo. VI. Streblinae. *Acta Biologica Venezuelica*, 16(2), 1-25.
- Guerrero, R. (1997). Catálogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parásitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Nuevo Mundo. VII. Lista de especies, hospedadores y países. *Acta Biologica Venezuelica*, 17(1), 9-24.
- Marinkelle, C.J. & Grose, E. (1981). A list of ectoparasites of Colombian bats. *Revista de Biología Tropical* 29(1), 11-20.
- Marshall, A.G. (1981). *The ecology of Ectoparasites Insects*. Academic Press, London.
- Montoya-Bustamante, S., González-Chávez, B. & Giraldo, A. (2013). Quirópteros de bosque seco tropical en el municipio Santander de Quilichao, Cauca, 247 registros. En línea, [https://ipt.biodiversidad.co/sib/resource?r=chiropteros\\_quilicha](https://ipt.biodiversidad.co/sib/resource?r=chiropteros_quilicha)
- Montoya-Bustamante, S., Rojas-Díaz, V. & Torres-González, A.M. (2016). Interactions between frugivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) and *Piper tuberculatum* (Piperaceae) in a tropical dry forest in Valle del Cauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 64(2), 701-713. <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i2.20689>
- Morse, S., Bush, S., Patterson, B., Dick, C., Gruwell, M. & Dittmar, K. (2013). Evolution, multiple acquisition and localization of endosymbionts in bat flies (Diptera: Hippoboscoidea: Streblidae and Nycteribiidae). *Applied and Environmental Microbiology*, 79(9), 2952-2961. <https://doi.org/10.1128/AEM.03814-12>
- Overall, W.L. (1980). Host-relations of the batfly, *Megistopoda aranea* (Diptera: Streblidae) in Panamá. *University of Kansas Science Bulletin*, 52, 1-20.
- Patefield, W. M. (1981). Algorithm AS 159: an efficient method of generating r x c tables with given row and column totals. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, 30, 91-97.
- Pilosof, S., Dick, C. W., Korine, C., Patterson, B. D. & Krasnov, B. R. (2012). Effects of anthropogenic disturbance and climate on patterns of bat fly parasitism. *PLoS ONE*, 7(7), e41487. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041487>
- Pizano, C. & García, H. (2014). *El bosque seco tropical en Colombia*. Bogotá D.C.: Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- R. Core Team. (2014). R: A Language and environment for statistical computing. Vienna (Austria): R Foundation for Statistical Computing.
- Ramírez-Chaves, H.E. & Pérez, W.A. (2010). Mamíferos (Mammalia: Theria) del departamento del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 11(1-2), 141-171.
- Solari, S., Muñoz-Saba, Y., Rodríguez- Mahecha, J., Defler, T., Ramírez-Chaves, H. & Trujillo, F. (2013). Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 20(2), 301-365.
- Tarquino-Carbonell, A., Gutiérrez-Díaz, K.A., Galindo-Espinosa, E.Y., Reinoso-Flórez, G., Solari, S. & Guerrero, R. (2015). Ectoparasites associated with bats in northeastern Tolima, Colombia. *Mastozoología neotropical*, 22(2), 349-358.
- Tamsitt, J.R. & Fox, I. (1970). Records of bat ectoparasites from the Caribbean Region (Siphonaptera, Acarina, Diptera). *Canadian Journal Zoological*, 48(5), 1093-1097. <https://doi.org/10.1139/z70-193>
- ter Hofstede, H.M, Fenton M.B. & Whitaker, Jr.J. (2004). Host and host-site specificity of bat flies (Diptera: Streblidae and Nycteribiidae) on Neotropical bats (Chiroptera). *Canadian Journal Zoological*, 82(2), 616-626. <https://doi.org/10.1139/z04-030>
- Urbíeta G.L., Torres, J.M., Dos Anjos, E.A.C., Carvalho, C.M.E. & Graciolli, G. (2019). Parasitism of bat flies (Nycteribiidae and Streblidae) on bats in urban environments: lower prevalence, infracommunities, and specificity. *Acta Chiropterologica* 20(2), 511- 518. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2018.20.2.021>
- Wenzel, R.L. (1976). The Streblid batflies of Venezuela (Diptera: Streblidae). *Brigham Young University Science Bulletin*, 20, 1-177.
- Wenzel, R.L, Tipton, V.J. & Kiewlicz, A. (1966). The streblid batflies of Panama (Diptera: Calyptrerae: Streblidae). In Wenzel RL, Tipton VJ, (Editors). *Ectoparasites of Panama*. Chigago, USA: Field Museum. pp. 405-675. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.2633>

Zarazúa-Carbajal, M., Saldaña-Vázquez, R. A., Sandoval-Ruiz, C. A., Stoner, K. E. & Benítez-Malvido, J. (2016). The specificity of host-bat fly interaction networks across vegetation and seasonal variation. *Parasitology Research*, 115(10), 4037-4044.  
<https://doi.org/10.1007/s00436-016-5176-1>

**Oscar Ascuntar-Osnas**

Universidad del Valle  
Santiago de Cali, Colombia  
askuntar.osnas@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8621-037X>

**Sebastián Montoya-Bustamante**

Universidad de São Paulo  
São Paulo, Brasil  
s.montoyabustamante@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3699-2596>

**Baltazar González-Chávez**

Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica,  
CONICET  
Esquel, Argentina  
baltazargch@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5805-8107>

---

**Records of Streblidae (Diptera: Hippoboscoidea) in a tropical dry forest fragment in Colombia**

**Citación del artículo:** Ascuntar-Osnas, O., Montoya, S. & González, B. (2020). Records of Streblidae (Diptera: Hippoboscoidea) in a tropical dry forest fragment in Colombia. *Biota Colombiana*, 21(1), 16-27. DOI: [10.21068/c2020.v21n01a02](https://doi.org/10.21068/c2020.v21n01a02).

**Recibido:** 13 de agosto de 2019

**Aceptado:** 12 de diciembre de 2019

# Ictiofauna del río Manso (Caldas, Colombia)

## Ichthyofauna of the Manso River (Caldas, Colombia)

Wilton Aguiar Gómez , Gian Carlo Sánchez Garcés , Paula Andrea Bonilla 

---

### Resumen

Se presenta un listado de los peces de la cuenca media y baja del río Manso (Caldas, Colombia), el cual consolida los resultados de 33 campañas de muestreo que se realizaron en ocho estaciones distribuidas en la zona media y baja del río y una quebrada tributaria, además de la información previamente existente. En total se han registrado para el río Manso 68 especies de peces. En el periodo 2012-2014 se registraron 55 especies, de las cuales 15 están incluidas en el Libro Rojo de Peces de Agua Dulce de Colombia, 12 son especies de importancia para consumo humano y las demás representan interés biológico y ecológico.

**Palabras clave.** Diversidad. Lista de especies. Magdalena medio. Riqueza íctica.

### Abstract

This paper presents a list of the fishes of the middle and lower part of the Manso River basin, in the department of Caldas, Colombia. It consolidates the results of 33 sampling events at 8 stations distributed in the middle and lower Manso river zone and a tributary stream, in addition to previously available information. A total of 68 species of fish have been recorded for the Manso River. In the period 2012-2014, 55 species were registered, of which 15 are included in the Red Book of Freshwater Fish of Colombia, 12 are species of importance for human consumption and the others that represent biological and ecological interest.

**Keywords.** Diversity. Fish riches. List of species. Middle Magdalena.

### Introducción

La región andina de Colombia es reconocida por su alta diversidad biótica y los grandes procesos de transformación de los ecosistemas naturales originales, a causa del desarrollo incontrolado de actividades productivas (Rodríguez *et al.*, 2004). Por lo anterior, esta región ha sido priorizada por parte de organizaciones nacionales e internacionales para la generación de estrategias que garanticen la conservación (IAvH, 2004) y la implementación de programas de recuperación, especialmente en las regiones cafeteras y ganaderas.

La riqueza de especies de plantas, anfibios, reptiles, aves y mamíferos ha sido bien documentada en esta región (Rodríguez *et al.*, 2004). No obstante,

en el caso de los peces, a pesar de haberse realizado algunos esfuerzos (Briñez-Vásquez, 2004; García-Melo, 2005; Maldonado-Ocampo *et al.*, 2005; Lasso *et al.*, 2011), se siguen actualizando los listados para las cuencas del Amazonas, Putumayo, Orinoco, Sinú, Magdalena, Cauca, Atrato y Patía (DoNascimento *et al.*, 2018).

La ictiofauna andina es importante para los pobladores de la región y para los estudios biogeográficos del Neotrópico, y se encuentra en un alto grado de amenaza debido a los efectos de las actividades humanas y el cambio climático; este último podría generar cambios irreversibles en los ecosistemas de los Andes tropicales, trayendo como resultado la disminución o desaparición de especies (Anderson & Maldonado-Ocampo, 2011).

Son pocos los estudios sobre los peces de la cuenca del río Manso. La información para este grupo se encuentra principalmente en informes técnicos realizados a partir de la implementación o seguimiento a planes de manejo u otros, siendo generalmente poco difundida. El trabajo de Restrepo-Santamaría & Álvarez-León (2011), basado en una revisión bibliográfica, presenta para el Departamento de Caldas un listado de 180 especies, pertenecientes a 31 familias y diez órdenes. En ese listado se señalan para el río Manso 29 especies (el 16.1% de las especies del departamento), agrupadas en 6 órdenes y 11 familias.

Con base en la información recopilada por la empresa ISAGEN durante monitoreos mensuales entre los años 2012 y 2014, se generó un listado de peces para la cuenca media-baja de río Manso, aportando información sobre la riqueza de especies en este sistema, que se complementó con información secundaria, procurando contribuir a un conocimiento más amplio de la ictiofauna de la región.

## Materiales y métodos

La cuenca del río Manso pertenece a la hoya hidrográfica del río La Miel, que, a su vez, es afluente del río Magdalena (Figura 1), y comparte las características propias de la zona media del río Magdalena, entre ellas el régimen climático bimodal, con dos periodos marcados de lluvias y dos estiajes a lo largo del año (Pareja *et al.*, 2014).

Se realizaron 33 muestreos mensuales entre abril de 2012 y diciembre de 2014, en 7 estaciones ubicadas sobre la cuenca media-baja de río Manso y en una quebrada tributaria del río en la zona baja (Tabla 1, Figura 2).

Como artes de pesca se emplearon un equipo de pesca eléctrica (excepto en la cuenca baja), dos atarrayas con diferentes diámetros de ojo de malla (2.5 cm en la cuenca media y 5 cm en la cuenca baja) y una red de arrastre (chinchorro) de 4 m de longitud, 1.50 m de alto y 0.3 cm de ojo de malla. Para estandarizar las capturas, se recorrieron 50 m de longitud aguas arriba en cada estación de muestreo, barriendo una de las orillas del cauce. La intensidad del muestreo fue de 20 minutos para la electropesca y el chinchorro, mientras que para la atarraya se realizaron 20 lances por punto de muestreo.

Los peces, en lo posible, identificados hasta nivel de especie. El material fijado fue depositado en el Museo

Departamental de Ciencias Naturales del Instituto para la Investigación y Preservación del Patrimonio Cultural y Natural del Valle del Cauca INCIVA (IMCN), después de su determinación y comparación con el material de referencia. La lista taxonómica se realizó siguiendo la propuesta de DoNascimento *et al.* (2017). Los nombres válidos fueron confirmados en el Catálogo de peces de la Academia Californiana de Ciencias (Eschmeyer *et al.* 2019).

La lista obtenida se complementó con la de Restrepo-Santamaría & Álvarez-León (2011). Sin embargo, para los análisis de riqueza, abundancia y variación temporal se usaron solo los datos obtenidos durante las campañas de muestreo de 2012-2014.

## Resultados

Para el área de estudio se capturaron 6262 individuos, distribuidos en 6 órdenes, 20 familias, 35 géneros y 55 especies (Anexo 1), de las cuales 48 fueron confirmadas y 7 se dejaron a nivel de género. Characiformes y Siluriformes alcanzaron las mayores abundancias, con porcentajes del 48.4 y 44.4 % de los individuos, respectivamente. Los demás órdenes incluyeron menos del 4 % de los ejemplares, siendo Myliobatiformes el de menor representación, con el 0.03 %. Siluriformes, con el 47.8 % de los registros (7 familias, 13 géneros y 26 especies), seguido por Characiformes, con el 36.4 % (8 familias, 15 géneros y 20 especies), fueron los órdenes más diversos, seguidos de Cichliformes (7.3 %), con 3 géneros y 4 especies. Cyprinodontiformes y Gymnotiformes registraron una riqueza del 3.6 % cada uno (Tabla 2).

Las familias Characidae y Loricariidae reportaron la mayor riqueza, seguidas por Trichomycteridae, Astroblepidae y Cichlidae (Figura 3). Numéricamente, Loricariidae, Characidae y Prochilodontidae tuvieron los recuentos más elevados y su contribución general fue del 79.9 %. Astroblepidae y Trichomycteridae alcanzaron cuantificaciones del 11.8 %, mientras que las demás familias aportaron el porcentaje restante.

A escala temporal, se mantuvo la dominancia numérica de Characidae y Loricariidae a lo largo de los periodos evaluados. Del total de familias, el 47.4 % se reportaron en los tres años de estudio, mientras que el porcentaje restante mostró disminuciones de la abundancia entre el segundo y tercer año, siendo el caso más notorio el de Trichomycteridae, que pasó de 241 a 11 individuos.

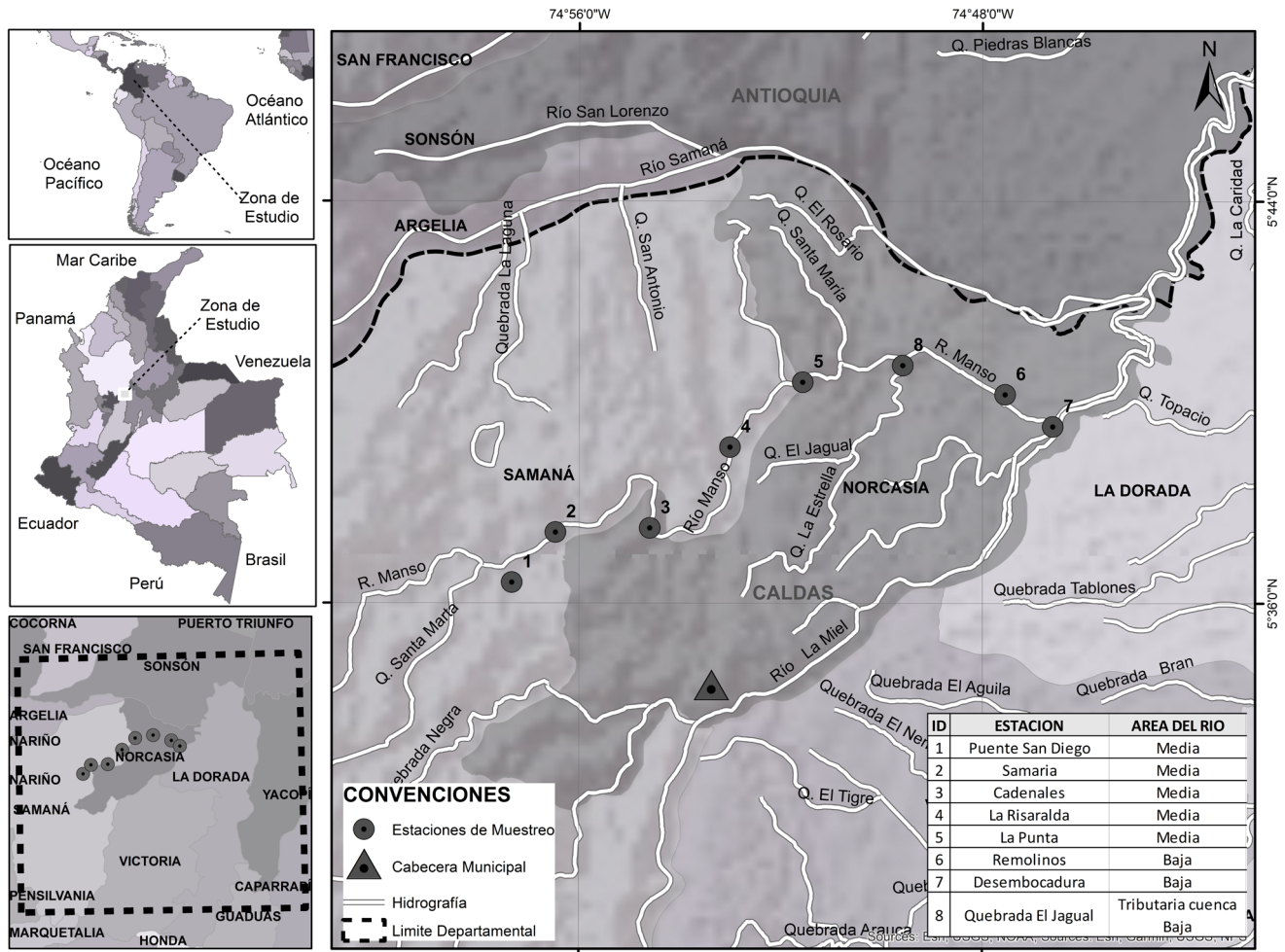


Figura 1. Mapa de la cuenca del río Manso en el departamento de Caldas, Colombia, y sitios donde se realizaron los muestreos de peces.

Tabla 1. Estaciones de muestreo de peces sobre la cuenca del río Manso, Caldas, Colombia.

Estación de muestreo	Área del río	Latitud	Longitud	Altitud (m s. n. m.)
Puente San Diego	Media	5°36'24.9"	74°57'19.9"	653
Samaria	Media	5°37'23.5"	74°36'03.7"	610
Cadenales	Media	5°37'16.3"	74°54'18.5"	536
La Risaralda	Media	5°33'35.4"	74°52'48.2"	411
La Punta	Media	5°40'21.1"	74°50'39.2"	243
Remolinos	Baja	5°40'09.2"	74°47'32.9"	209
Desembocadura	Baja	5°39'30.9"	74°46'36.2"	197
Quebrada El Jagual	Tributaria cuenca Baja	5°36'28.8"	74°57'22.0"	217

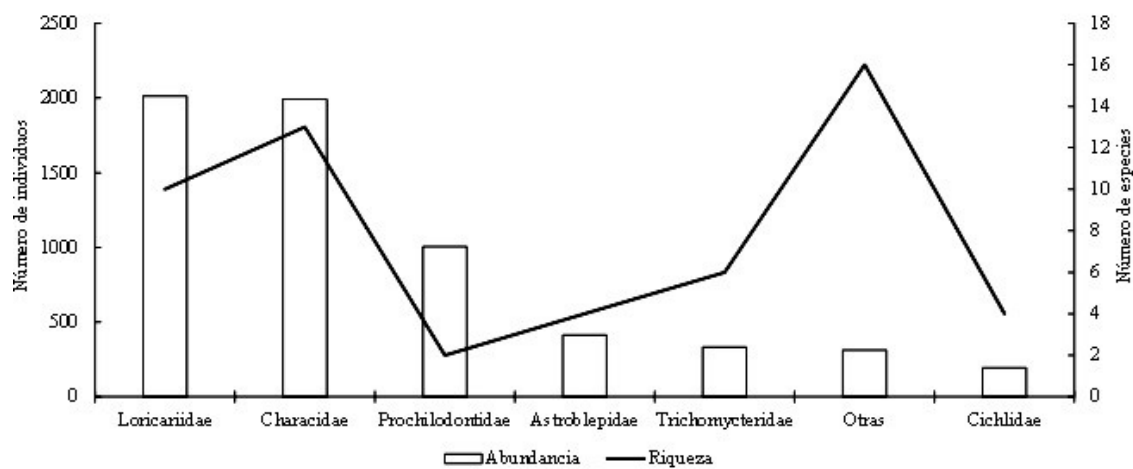
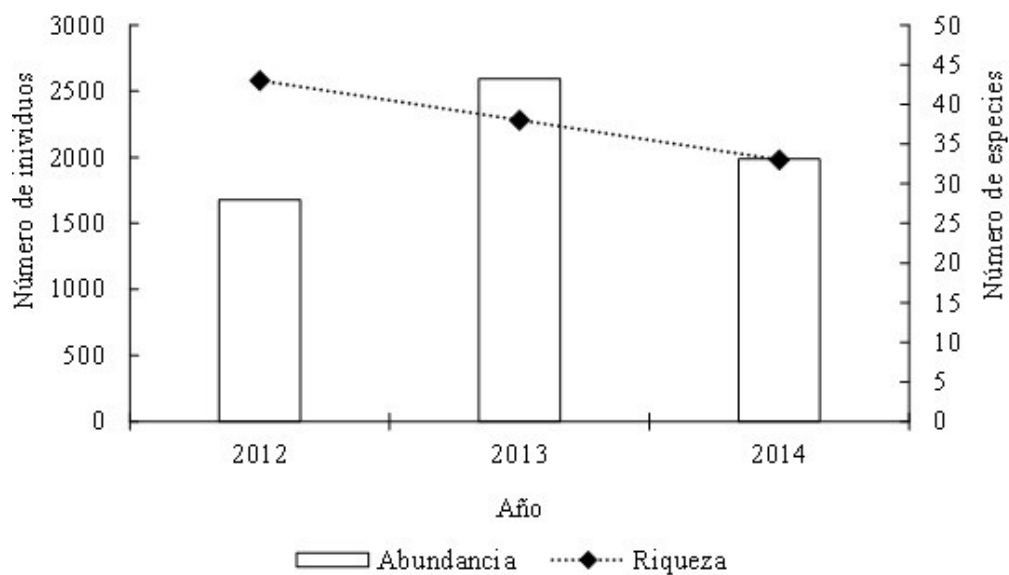




**Figura 2.** Estaciones donde se realizaron los muestreos de peces en la cuenca del río Manso, Caldas, Colombia. a. Puente San Diego; b. Samaria; c. Cadenales; d. La Risaralda; e. La Punta; f. Remolinos; g. Desembocadura; h. Quebrada El Jagual.

**Tabla 2.** Número de familias, géneros y especies peces presentes en la cuenca media y baja del río Manso, Caldas, Colombia.

Orden	Número de familias	Pocentaje (%) de familias	Número de géneros	Pocentaje (%) de géneros	Número de especies	Pocentaje (%) de especies
Myliobatiformes	1	5	1	2.9	1	1.8
Characiformes	8	40	15	42.9	20	36.4
Siluriformes	7	35	13	37.1	26	47.3
Gymnotiformes	1	5	1	2.9	2	3.6
Cyprinodontiformes	2	10	2	5.7	2	3.6
Cichliformes	1	5	3	8.6	4	7.3

**Figura 3.** Abundancia y riqueza de familias de peces en la cuenca media y baja de río Manso, Caldas, Colombia.**Figura 4.** Riqueza y abundancia de peces en tres años de muestreo en la cuenca media y baja de río Manso, Caldas, Colombia.

El número de especies registradas fue decreciendo consecutivamente, encontrándose el máximo valor en el año 2012, cuando se identificaron 43 especies (Figura 4). Para los dos años restantes se presentaron disminuciones en la riqueza del 16.3 y 23.3 % respectivamente, con respecto a esta cifra. El 42 % de las especies encontradas en los inventarios de 2012 y 2013 no se registraron para 2014 y, en dicho año el número de nuevos registros se incrementó en un 9.1 % (*Saccodon dariensis*, *Creagrutus brevipinnis*, *Saccoderma hastatus*, *Cetopsis othonops* y *Caquetaia umbrifera*).

Las especies más abundantes fueron *Chaetostoma fisheri* (24.8 %), *Prochilodus magdalenae* (15.4 %), *Creagrutus magdalenae* (10.1 %), *Hemibrycon raqueliae* (7.8 %) y *Astroblepus homodon* (6.2 %), que representaron más del 60 % de las capturas. Tres especies (*C. fisheri*, *C. magdalenae* y *H. raqueliae*) estuvieron ampliamente distribuidas entre las diferentes estaciones durante los tres años, y una especie (*C. fisheri*) estuvo en todas las estaciones durante el 2012, y en el 75 % de ellas en el 2013 y 2014.

Ocho especies estuvieron ampliamente distribuidas entre las diferentes estaciones durante el primer año: *Chaetostoma fisheri* estuvo en el 100 %, *Creagrutus affinis*, *Astroblepus homodon* y *Chaetostoma sp.*, 75 %, mientras que *Creagrutus magdalenae*, *Hemibrycon raqueliae*, *Trichomycterus retropinnis* y *Chaetostoma milesi* estuvieron en el 62.5 % de las estaciones. Durante el segundo año fueron nueve las especies que estuvieron ampliamente distribuidas: *C. magdalenae*, 100 %, *Hemibrycon caucanus*, *H. raqueliae*, *Trichomycterus banneai*, *T. retropinnis*, *A. homodon*, *C. fisheri* y *Geophagus steindachneri*, 75 %, y *Astroblepus grivalvii*, 62.5 %. Finalmente, en el 2014 hubo una disminución en el número de especies de amplia distribución: *H. raqueliae*, *A. homodon* y *C. fisheri*, 75 %, y *H. caucanus* y *Chaetostoma sp.* 62.5 %.

Una de las especies (*Ichthyolephas longirostris*) está categorizada como En Peligro, nueve como Vulnerables (*Curimata mivartii*, *Brycon moorei*, *Salminus affinis*, *Prochilodus magdalenae*, *Megaleporinus muyscorum*, *Characidium phoxocephalum*, *Pimelodus grosskopfii*, *Sorubim cuspicaudus* y *Apteronotus magdalenensis*) y cuatro como Casi Amenazadas (*Potamotrygon magdalenae*, *Brycon rubricauda*, *Hypostomus hondae* y *Kronoheros umbrifer*; Mojica & Lasso, 2012). Se registraron 28 especies endémicas de la cuenca del Magdalena (DoNacimiento *et al.*, 2017) (51 %) y 10 migratorias, seis de las cuales hacen migraciones medianas, que consisten en desplazamientos entre 100 y 500 km (Zapata & Usma, 2013).

Desde el punto de vista del valor de los recursos pesqueros, se registraron 16 especies que son reconocidas en la zona como de interés pesquero (Lasso *et al.*, 2011) y de éstas, 13 se reconocen como especies de pesca para consumo y las tres restantes tienen valor como especies ornamentales.

## Discusión

La riqueza de especies del río La Miel, del cual es tributario el río Manso, representa un poco más del 50 % del número de especies reportado para la cuenca del río Magdalena-Cauca y del 7 % de la riqueza del país (Maldonado-Ocampo *et al.*, 2008; Jiménez-Segura *et al.*, 2014a).

El presente listado de especies del río Manso corresponde casi a la cuarta parte de la riqueza reportada para la cuenca Magdalena-Cauca (DoNacimiento *et al.*, 2017) y cerca de la mitad de los registros de peces del río La Miel (López-Casas *et al.*, 2014), con especies de diversos patrones ecomorfológicos, además de un número considerable de especies endémicas. Sin embargo, trabajos anteriores reportan para el río Manso 54 especies (Restrepo-Santamaría & Álvarez-León, 2011), de las cuales 21 no se hallaron en el presente estudio, 32 fueron comunes entre ambos trabajos y 17 se reportan como nuevos registros (Anexo 1), aumentando el número de especies para la cuenca a 68, número que podría ascender con la determinación de los ejemplares que faltan por confirmar.

La predominancia de especies de los órdenes Characiformes y Siluriformes coincide con lo encontrado los Andes tropicales (Anderson & Maldonado-Ocampo, 2011) y en el valle medio del río Magdalena. Estos dos grupos han experimentado la radiación adaptativa más importante (85 % de la riqueza), en los sistemas fluviales de Suramérica (Albert & Reis, 2011).

Por su parte, la dominancia de las familias Loricariidae y Characidae se ajusta al patrón encontrado en el norte de Suramérica donde estos grupos contribuyen con cerca del 51 % de la riqueza de especies (Albert & Reis, 2011), un patrón que es constante para la mayoría de los ríos andinos (Jaramillo-Villa *et al.*, 2010; Anderson & Maldonado-Ocampo, 2011; Carvajal-Quintero *et al.*, 2015). En la cuenca del Magdalena, en particular, estas familias comprenden 65 y 31 especies, respectivamente (DoNacimiento *et al.*, 2017).

La predominancia de los Siluriformes en las cuencas del departamento de Caldas se debe principalmente a las familias Astroblepidae, Loricariidae y Trichomycteridae.

Estas familias presentan especies que se han especializado y adaptado a variados ambientes de zonas bajas, como en el caso de los loricáridos, y a zonas de mayor altura, como los astroblépidos y algunos tricomicteridos (Villa-Navarro *et al.*, 2005; Anderson & Maldonado-Ocampo, 2011). Para el caso de los loricáridos, su abundancia en sectores como San Diego, Samaria, Cadenales y La Risaralda estaría relacionada con las corrientes fuertes, los sustratos pedregosos y las aguas claras y bien oxigenadas.

Hacia el tramo medio del río Manso predominaron especies de pequeño porte, siendo importantes los carácidos *Hemibrycon caucanus*, *H. raqueliae* y *Creagrutus magdalenae*, los cuales estarían asociados a cauces pequeños, de ancho menor a 5 m, con corriente entre moderada y rápida, con sustratos conformados por rocas, gravas, arenas y lodos, y bordeados por vegetación ribereña que aporta sombra (Jiménez-Segura *et al.*, 2014b).

Las especies que viven en las áreas ritrales se alimentan de material alóctono como hojas, semillas e insectos que caen al agua, a diferencia de las especies que se distribuyen hacia la desembocadura (áreas potamales), las cuales obtienen de la materia orgánica y el detritus su principal fuente de alimento (Lowe McConnell, 1999). Lo anterior permitiría entender la abundancia de individuos de la familia Characidae, que en general se caracterizan por sus hábitos omnívoros. Por otro lado, las familias Astroblepidae (*Astroblepus homodon*) y Trichomycteridae (*Trichomycterus banneai*), con dietas basadas en insectos acuáticos, se encontraron asociadas a fondos arenosos con guijarros y rocas, vegetación ribereña, material alóctono y perifiton, con profundidades de 0.10-0.90 m, flujos rápidos y moderados, y márgenes abruptas y excavadas.

*Characidium phoxocephalum* fue el único representante de la familia Crenuchidae y solo se registró para el sector de Samaria, donde tuvo una baja abundancia (0.18 %). Pese a su pequeño tamaño, las especies del género *Characidium* que presentan hábitos bentónicos se consideran sensibles a la degradación del hábitat, particularmente por sedimentación (Rodríguez-Olarte, 2011). En la cuenca del río Manso esta especie se encuentra asociada a cauces con buena cobertura vegetal, fondos rocosos con presencia de fango y con formación esporádica de playas.

Hacia la cuenca media se destacan especies exclusivas del sector de Cadenales, donde se registraron *Saccodon dariensis*, *Brycon moorei*, *B. rubricauda*, *Chaetostoma* sp., *Lasiacistrus caucanus* y *Cynodonichthys magdalenae*, las cuales se asocian a aguas transparentes de corriente suave, en cauces con sustratos donde dominan rocas y arena.

En el tramo bajo de la cuenca, en la zona de influencia del río La Miel, se registraron especies como *Prochilodus magdalenae*, *Salminus affinis*, *Brycon moorei*, *Potamotrygon magdalenae*, *Curimata mivartii*, *Hypostomus hondae*, *Dasylicaria filamentosa*, *Pimelodus blochii*, *Pimelodus grosskopfii*, *Creagrutus magdalenae*, *Ctenolucius hujeta*, *Sorubim cuspidatus* y *Megaleporinus muyscorum* las cuales suelen ser más frecuentes por debajo de los 200 msnm. Algunas de estas especies son migratorias y presentan importancia dentro de la pesca artesanal y de subsistencia, además de considerarse como determinantes para el área de conservación Medio Magdalena-Barranca-Honda (Lasso *et al.*, 2017).

Dentro de los peces migratorios, los más abundantes y frecuentes fueron los integrantes de la familia Prochilodontidae, considerados como importante componente de la pesca comercial y de subsistencia en los sistemas de agua dulce de Suramérica (Jiménez-Segura *et al.* 2014b). En la cuenca del río Manso dicha familia estuvo representada por *Ichthyoelephas longirostris* y *Prochilodus magdalenae*, que realizan migraciones medianas que se caracterizan por desplazamientos entre los 100 y 500 km (Zapata Padilla & Usma Oviedo, 2013). Ambas especies se distribuyeron exclusivamente en las localidades de Remolinos y La Desembocadura, que son los sectores de mayor influencia del río La Miel, el cual ha sido identificado como ruta migratoria y donde se presentan movimientos ascendentes, principalmente en periodo de aguas bajas (Jiménez *et al.*, 2014b).

En el río La Miel, en la zona de desembocadura del río Manso, la ictiofauna se caracterizó por la riqueza de especies típicas de las zonas por debajo de 200 m s.n.m. Muchas de ellas son migrantes estacionales (Jiménez-Segura *et al.*, 2014b), en las cuales se da un desplazamiento masivo de peces que buscan condiciones apropiadas para desovar, constituyendo los ríos Manso y Samaná áreas de desove (Moreno *et al.*, 2013). Las migraciones les a los organismos enfrentarse a la heterogeneidad ambiental, tanto temporal como espacial, de una manera previsible y resulta en la presencia sucesiva de individuos de una misma especie en diferentes hábitats (Usma *et al.*, 2013).

De igual forma, las sardinas *Argopleura magdalenensis* y *Astyanax fasciatus* están referenciadas principalmente para la zona baja, ya que habitan en ríos con cauces de mayor tamaño, donde se distribuyen en sitios protegidos de la corriente. La ocurrencia de *A. fasciatus* en los sectores de Remolinos y La Desembocadura concuerda con lo mencionado por Jiménez-Segura *et al.* (2014a), quienes indican que esta sardina prefiere los hábitats por debajo de 500 m. La amplia distribución de los carácidos, tanto en las zonas ritrales como potamales, evidencia que se trata de especies generalistas, cuyas características ecomorfológicas les permiten el movimiento a lo largo de la columna de agua, así como el uso de diferentes tipos de hábitats (Conde-Saldaña *et al.*, 2017).

La cuenca del río Manso es vulnerable al crecimiento poblacional, así como a procesos de deforestación, contaminación, ganadería extensiva, agricultura, extracción de material, y sobrepesca, factores que están incidiendo en la alta proporción de especies amenazadas (18.1 %) (Tognelli *et al.*, 2016).

Algunas especies de los géneros *Astroblepus*, *Chaetostoma*, *Hemibrycon* y *Trichomycterus* requieren la revisión por parte de especialistas, ya que existe la posibilidad de que se trate de nuevas especies. Adicionalmente, se recomienda hacer estudios que permitan generar estrategias de conservación, teniendo en cuenta que en la región existen proyectos de desarrollo que podrían incidir en los ecosistemas acuáticos.

## Referencias

- Albert, J. S. & Reis, R. E. (Eds) (2011). *Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes*. Berkeley, CA: University of California Press.  
<https://doi.org/10.1525/california/9780520268685.001.0001>
- Anderson, E. P. & Maldonado-Ocampo, J. A. (2011). A regional perspective on the diversity and conservation of tropical andean fishes. *Conservation Biology*, 25(1), 30-39. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01568.x>
- Briñez-Vásquez G. N. (2004). *Distribución altitudinal, diversidad y algunos aspectos ecológicos de la familia Astroblepidae (Pisces: Siluriformes) en la cuenca del río Coello (Tolima)*. (Trabajo de Grado). Ibagué, Colombia: Programa de Biología, Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima. 134 pp.
- Carvajal-Quintero, J. D., Escobar, F., Jaramillo-Villa, U. & Maldonado-Ocampo, J. A. (2015). Variation in freshwater fish assemblages along a regional elevation gradient in the northern Andes. Colombia. *Ecology and Evolution*, 5(13), 2608-2620.  
<https://doi.org/10.1002/ece3.1539>
- Conde-Saldaña, C. C., Albornoz-Garzón, J. G., López-Delgado, E. O. & Villa-Navarro, F. (2017). Ecomorphological relationships of fish assemblages in a tras-Andean drainage. Upper Magdalena River Basin. Colombia. *Neotropical Ichthyology*, 15(4), 54-61. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20170037>
- DoNascimento, C., Herrera-Collazos, E. E., Herrera G. A., Ortega-Lara, A., Villa-Navarro, F. A., Usma-Oviedo, J. S. & Maldonado-Ocampo, J. A. (2017). Checklist of freshwater fishes of Colombia: a Darwin core alternative to the updating problem. *ZooKeys*, 708 (25), 25-138.  
<https://doi.org/10.3897/zookeys.708.13897>
- DoNascimento, C., Herrera Collazos, E. E. & Maldonado-Ocampo, J. A. (2018). Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia. v2.10. Asociación Colombiana de Ictiólogos. Dataset/Checklist.  
<http://doi.org/10.15472/numrso>
- Eschmeyer, W. N., Fricke, R. & van der Laan, R. (2019). Catalog of fishes. *California Academy of Sciences*, 3882(1), 1-230.
- García-Melo L. J. (2005). *Distribución, diversidad y ecología básica de la familia Trichomycteridae (Ostariophysi: Siluriformes) en la cuenca del río Coello, departamento del Tolima*. (Trabajo de Grado). Ibagué, Colombia: Programa de Biología, Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima. 149 pp.
- IAvH. (2004). Informe anual (2003). *Proyecto Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad de los Andes Colombianos*. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- IGAC. (1990). Caldas. Aspectos geográficos. Bogotá D.C.: IGAC.
- Jaramillo-Villa, U., Maldonado-Ocampo, J. A. & Escobar, F. (2010). Altitudinal variation in fish assemblage diversity in streams of the central Andes of Colombia. *Journal of Fish Biology*, 76, 2401-2417.  
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02629.x>
- Jiménez-Segura, L. F., Restrepo-Santamaría, D., López-Casas, S., Delgado, J., Valderrama, M., Álvarez, J. & Gomez, D. (2014a). Ictiofauna y desarrollo del sector hidroeléctrico en la cuenca del río Magdalena-Cauca. Colombia. *Biota Colombiana*, 15(2), 3-25.

- Jiménez-Segura, L. F., Maldonado-Ocampo, J. A. & Pérez-Gallego, C. M. (2014b). Gradiente de recuperación longitudinal en la estructura de la ictiofauna en un río andino regulado. *Biota Colombiana*, 15(2), 61-80.
- Lasso, C. A., Gutiérrez, F de P., Morales-Betancourt, M. A., Agudelo Córdoba, E., Ramírez-Gil, H. & Ajiaco-Martínez, R. E. (Eds.) (2011). Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca. Sinú. Canalete. Atrato. Orinoco. Amazonas y vertiente del Pacífico. *Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia*. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 304 pp.
- Lasso, C. A., Córdoba, D. & Morales-Betancourt, M.A. (Eds.) (2011). XVI. Áreas clave para la conservación de la biodiversidad dulceacuícola amenazada en Colombia: moluscos. cangrejos. peces. tortugas. cocodrílidos. aves y mamíferos. *Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia*. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 353 pp.
- López-Casas, S., L. F. Jiménez-Segura, F. Villa-Navarro, C. Pérez, D. M. Gualtero-Leal & Angel-Rojas. V. J. (2013). Peces potádromos migratorios en la cuenca del río Magdalena. Pp. 52. En: Colombia. Programa y resúmenes del XII Congreso Colombiano de Ictiología y III Encuentro Suramericano de Ictiólogos. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana, ACICTIOS.
- Lowe-McConnell, R. (1999). *Estudios ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: EDUSP. 534 pp.
- Maldonado-Ocampo, J.A., Ortega-Lara, A., Usma O., J.S., Galvis, V. G., Villa Navarro, F.A., Vásquez, L., Prada-Pedrerros, S. & Ardila R. C. (2005). *Peces de los Andes de Colombia*. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 346 pp.
- Mojica, J. I. & Lasso, Á. L. (2012). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia*. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 319 pp.
- Moreno, C., Jiménez-Segura, L. F. & Pérez, C. (2013). Reproducción de peces migratorios en un sistema regulado: el caso del río La Miel. Pp. 124. En: Colombia. 2013. Programa y resúmenes del XII Congreso Colombiano de Ictiología y III Encuentro Suramericano de Ictiólogos. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana, ACICTIOS.
- Pareja-Carmona, M. I., Jiménez-Segura, L. F. & Ochoa-orrego, L. E. (2014). Variación espacio-temporal de las larvas de tres especies de peces migratorios en el cauce del río Magdalena (Colombia). durante el ciclo hidrológico 2006-2007. *Actualidades Biológicas*, 36, 33-38.
- Reis, R., Kullander, E. S. & Ferraris, Jr. C. (2003). *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Porto Alegre: Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Museu de Ciências e Tecnologia.
- Restrepo-Santamaría, D. & Álvarez-León, R. (2011). Peces del departamento de Caldas. Colombia. *Biota Colombiana*, 12(1), 117-135.
- Rodríguez, N., Armenteras, D., Morales, M. & Romero, M. (2004). *Ecosistemas de los Andes colombianos*. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 154 pp.
- Rodríguez-Olarte, J.J. & Taphorn, D. (2011). Northern South America. Magdalena and Maracaibo basins. Historical biogeography of Neotropical freshwater fishes, 243-184. <https://doi.org/10.1525/california/9780520268685.003.0015>
- Tognelli, M.F., Lasso, C.A., Bota-Sierra, C.A., Jiménez-Segura, L.F. & Cox, N.A. (Eds.) (2016). *Estado de Conservación y Distribución de la Biodiversidad de Agua Dulce en los Andes Tropicales*. Gland, Suiza. Cambridge. UK y Arlington. USA: IUCN. xii + 199 pp. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.02.en>
- Usma J. S., Villa-Navarro, F., Lasso, C. A., Castro, F., Zúñiga-Upegui, P. T., Cipamocha, C., Ortega-Lara, A., Ajiaco, R. E., Ramírez-Gil, H., Jiménez, L. F., Maldonado-Ocampo, J. A., Muñoz, J. & Suárez, J. T. (2013). Peces dulceacuícolas de Colombia. Pp. 79-128. En: Zapata, L. A. & Usma, J. S. (Eds.). *Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia*. Peces. Vol. 2. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia. 486 pp.
- Villa-Navarro, F. A., Briñez-Vasquez, L. J., García-Melo, J. E., Reinoso-Flores, G. & Esquivel, H. E. (2005). *Biodiversidad de la cuenca de los ríos Prado y Amoyá*. (Trabajo de Grado). Ibagué. Colombia: Universidad del Tolima. 150 pp.
- Zapata Padilla, L. A. & Usma Oviedo, J. S. (2013). *Guía de las especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia*. Peces. Vol. 2. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia. 486 pp.

**Anexo 1.** Listado taxonómico de los peces de la cuenca media y baja del río Manso, Caldas, Colombia. Especies reportadas por Restrepo-Santamaría & Álvarez-León (2011) (R&A); especies que coinciden con el presente estudio (ü); especies que no se encontraron en el presente estudio (\*); nuevos registros para la cuenca (à); especies registradas en 2012 (X); especies registradas en 2013 (€) y especies registradas en 2014 (¥).

Taxa	Colección de referencia	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	2012	2013	2014	Total
<b>MYLIOBATIFORMES</b>													
<b>Potamotrygonidae</b>													
<i>Potamotrygon magdalenae</i>	-							X€		1	1		2
<b>CHARACIFORMES</b>													
<b>Crenuchidae</b>													
<i>Characidium phoxocephalum</i>	8493		X€							1	1		2
<b>Parodontidae</b>													
<i>Saccodon dariensis</i>	8498			¥								1	1
<b>Anostomidae</b>													
<i>Megaleporinus muyscorum</i>	-						X€¥	X€¥		16	20	7	43
<b>Curimatidae</b>													
<i>Curimata mivartii</i>	-							€			2		2
<b>Prochilodontidae</b>													
<i>Ichthyolephas longirostris</i>	-						X€	X€¥		17	24	2	43
<i>Prochilodus magdalenae</i>	-						X€¥	X€¥		305	225	432	962
<b>Ctenoluciidae</b>													
<i>Ctenolucius hujeta</i>	8491							€			1		1
<b>Characidae</b>													
<i>Saccoderma hastata</i>	8521						¥					2	2
<i>Gephyrocharax melanocheir</i>	8522					X	¥	X		2		5	7
<i>Hemibrycon caucanus</i>	8523	X€¥	X€¥	X€¥	€¥	X¥	€			45	100	139	284
<i>Hemibrycon raqueliae</i>	8524	X€¥	X€¥	X€¥	X€¥	X€¥	€		¥	128	228	134	490
<i>Hemibrycon sp.</i>	8525		X	X	X	X				23			23
<i>Creagrutus affinis</i>	8526	X	X		X	X	X¥	X¥		105		36	141
<i>Creagrutus magdalenae</i>	8527	X€¥	X€	€	€	X€	X€¥	X€¥	€	105	374	155	634
<i>Argopleura magdalenensis</i>	8528	X	€				X€¥	X€¥	X€¥	122	203	30	355
<i>Astyanax fasciatus gr.</i>	8505						X€¥	X		16	1	6	23
<b>Bryconidae</b>													
<i>Brycon moorei</i>	-			X€			X€	X¥		6	4	2	12
<i>Brycon rubricauda</i>	-			X						1			1

<i>Salminus affinis</i>	-					X	X€Y			4	2	2	8
<b>GYMNOTIFORMES</b>													
<b>Apteronotidae</b>													
<i>Apteronotus eschmeyeri</i>	-		X						X	2			2
<i>Apteronotus magdalenensis</i>	-					X				1			1
<b>SILURIFORMES</b>													
<b>Trichomycteridae</b>													
<i>Trichomycterus banneai</i>	8516	X€Y	€Y	€	€Y	X€Y			€	11	59	6	76
<i>Trichomycterus retropinnis</i>	8515	X€	X€Y	X€Y	€	X€	X€			55	142	5	202
<i>Trichomycterus sp.</i>	8517	€	€	€		€					13		13
<i>Trichomycterus sp 1</i>	8518		X							1			1
<i>Trichomycterus sp 2</i>	8519			X						3			3
<i>Trichomycterus sp 3</i>	8520		X			X				4			4
<i>Paravandellia phaneronema</i>	8497		€	€		X€				1	27		28
<b>Astroblepidae</b>													
<i>Astroblepus grixalvii</i>	8507	X	€Y	€		€			€	1	9	1	11
<i>Astroblepus guentheri</i>	8509		X		X					7			7
<i>Astroblepus homodon</i>	8506	X€Y	X€Y	X€Y	X€Y	X€Y			X€Y	135	142	112	389
<i>Astroblepus sp.</i>	8508		X	X	X					6			6
<b>Loricariidae</b>													
<i>Sturisomatichthys panamensis</i>	8496								€		4		4
<i>Crossoloricaria variegata</i>	8495							X€	X€Y	5	16	4	25
<i>Dasylicaria filamentosa</i>	8494							€	€Y		8	3	11
<i>Chaetostoma fisheri</i>	14/12/8511	X€Y	X€Y	X€Y	X€Y	X€Y	X€Y	X€Y	X€Y	266	707	582	1555
<i>Chaetostoma leucomelas</i>	-			€	€			€	€		6		6
<i>Chaetostoma milesi</i>	-		X€Y	X€Y	X€			X	X€Y	50	56	87	193
<i>Chaetostoma thomsoni</i>	-		X	€Y				X	€	7	3	1	11
<i>Chaetostoma sp.</i>	8513	X€Y	X€Y	X€Y	X	X€Y			X€Y	172	3	14	189
<i>Hypostomus hondae</i>	-							€	X€Y	3	4	1	8
<i>Lasiancistrus caucanus</i>	-			€Y							2	1	3
<b>Cetopsidadae</b>													
<i>Cetopsis othonops</i>	8504								Y			3	3
<b>Aspredinidae</b>													
<i>Dupouyichthys sapito</i>	8503							X€	X€	2	13		15



<b>Heptapteridae</b>												
<i>Pimelodella chagresi</i>	8492				X€Y	€	€		3	5	3	11
<b>Pimelodidae</b>												
<i>Pimelodus blochii</i>	-						X		1			1
<i>Pimelodus grosskopfii</i>	-						X		1			1
<i>Sorubim cuspicaudus</i>	-					X	X€		4	2		6
<b>CICHLIFORMES</b>												
<i>Geophagus steindachneri</i>	8501	€	€Y	€Y	X€Y	X€	X€		23	77	69	169
<i>Andinoacara latifrons</i>	8502				X		€		1	2		3
<i>Caquetaia kraussii</i>	-	€Y			€Y	X			1	4	8	13
<i>Kronoheros umbrifer</i>	-											
<b>CYPRINODONTIFORMES</b>												
							Y				1	1
<b>Cynolebiidae</b>												
<i>Cynodonichthys magdalenae</i>	8499		€Y							83	60	143
<b>Poeciliidae</b>												
<i>Poecilia caucana</i>	8500		€Y			X€	X€Y		14	22	73	109

**Wilton Aguiar Gómez**

Universidad de Caldas  
Manizales, Colombia

wiltonaguiargomez@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4674-6273>

**Gian Carlo Sánchez Garcés**

Fundación para la Investigación y el Desarrollo Sostenible  
Cali, Colombia

hiyuxa@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6494-0881>

**Paula Andrea Bonilla**

Fundación para la Investigación y el Desarrollo Sostenible  
Cali, Colombia

paula2177@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2214-8164>

---

**Ictiofauna del río Manso (Caldas, Colombia)**

**Citación del artículo:** Aguiar, W., Sánchez-Garcés, G.C & Bonilla, P.A. (2020). Ictiofauna del río Manso (Caldas, Colombia). *Biota Colombiana*, 21(1), 28-40. DOI: [10.21068/c2020.v21n01a03](https://doi.org/10.21068/c2020.v21n01a03).

**Recepción:** 27 de febrero de 2019

**Aprobado:** 10 de diciembre de 2019

# Herpetofauna from two municipalities of southwestern Colombia

## Herpetofauna de dos municipios del suroeste de Colombia

María Alejandra Pinto-Erazo<sup>id</sup>, Martha Lucía Calderón Espinosa<sup>id</sup>, Guido Fabian Medina Rangel<sup>id</sup>  
Miguel Ángel Méndez Galeano<sup>id</sup>

---

### Abstract

We present a preliminary list of the herpetofauna of Tumaco and Francisco Pizarro municipalities, department of Nariño, Colombia, located in the south of the Chocó biogeographic region, based on field data and on museum collection databases and literature. We recorded 25 species of amphibians and 55 reptiles. The most species-rich families were Hylidae and Craugastoridae for amphibians, and Colubridae and Dactyloidae for reptiles, a pattern similar to that observed on a global scale. Two new species records for Colombia are presented -*Pristimantis walkeri* and *Scinax tsachila*, as well as range extensions for *Allobates talamancae*, *Anolis auratus*, *Dendropsophus ebraccatus*, *Gonatodes albogularis* and *Scinax sugillatus*. Species accumulation curves and sampling coverage reveal that more field studies are needed for complementing this list, especially studies using methodologies focused on aquatic and fossorial species, and that there could be an effect of deforestation on the diversity of the herpetofauna, which concurs with the lack of canopy amphibians and the exclusive presence of species associated with leaf litter or forest interior in the locations with best plant coverage.

**Keywords.** Amphibians. Checklist. Chocó biogeographic region. Reptiles. Species richness.

### Resumen

Se presenta un listado preliminar de la herpetofauna de los municipios de Tumaco y Francisco Pizarro, departamento de Nariño, Colombia, ubicados al sur del Chocó biogeográfico, basado en datos de campo y búsquedas en base de datos y literatura. Registramos 25 especies de anfibios y 55 de reptiles, siendo las familias Hylidae y Craugastoridae (anfibios) y las familias Colubridae y Dactyloidae (reptiles) las de mayor riqueza, patrón similar al observado a escala global. Se reportan dos nuevos registros de especies para Colombia (*Pristimantis walkeri* y *Scinax tsachila*), así como extensiones de distribución geográfica (*Allobates talamancae*, *Anolis auratus*, *Dendropsophus ebraccatus*, *Gonatodes albogularis* y *Scinax sugillatus*). Las curvas de acumulación de especies y la cobertura de muestreo revelan que se necesitan más estudios de campo para complementar esta lista, especialmente los estudios que utilizan metodologías enfocadas en especies acuáticas y fosoriales, y que podría haber un efecto de la deforestación en la diversidad de la herpetofauna, lo cual concuerda con la falta de anfibios de dosel y la presencia exclusiva de especies asociadas a la hojarasca o al interior del bosque en las localidades con mejor cobertura vegetal.

**Palabras clave.** Anfibios. Chocó biogeográfico. Listado de especies. Reptiles. Riqueza y representatividad.

## Introduction

Nearly 8007 species of amphibians and about 10 793 species of reptiles are recognized worldwide, and of these, 828 amphibians and 618 reptiles are distributed in Colombia (Acosta-Galvis, 2019; AmphibiaWeb, 2019; Frost, 2019; Uetz *et al.*, 2019). In 2004, 139 species of amphibians and 188 species of reptiles were known to occur in the Choco biogeographic region of Colombia (Castaño-Mora *et al.*, 2004; Lynch & Suárez-Mayorga, 2004). However, since 2005, the number of amphibians and reptiles recorded has increased substantially for this region to 157 amphibians and 215 reptiles (Ayerbe-González & López-López, 2005; Heyer, 2005; Passos *et al.*, 2009; Poe *et al.*, 2009; Rengifo & Rentería-Moreno, 2011; Cadle, 2012; Grant & Myers, 2013; Palacios-Rodríguez *et al.*, 2013a, 2013b; Jaramillo-Martínez *et al.*, 2015; Ospina-Sarria *et al.*, 2015; Sánchez-Pacheco *et al.*, 2016; Márquez *et al.*, 2017; Angarita-Sierra & Lynch, 2017; Grant *et al.*, 2017; Rada *et al.*, 2017; Medina-Rangel *et al.*, 2018a, 2018b; Pinto-Erao & Medina-Rangel, 2018, Grisales-Martínez & Rendón-Valencia, 2019) representing ca. 19 % and 35 % of the richness of Colombian amphibians and reptiles, respectively.

According to Lynch & Suárez-Mayorga (2004), the northern Chocó of Colombia harbors the greatest richness of amphibians in this biogeographic region, and the reduced richness in southern Chocó (in Cauca and Nariño departments) is perhaps a consequence of the few available records in museum collections, and inventory publications. Particularly for Nariño, there are two published species list of amphibians and reptiles from the lowlands (Salaman, 1994; Mueses-Cisneros & Moreno-Quintero, 2012). Likewise, the species descriptions and range extensions are fewer for this department (ca. 15 publications) in comparison with the northern portion of the Colombian Choco biogeographic region (>30 publications) (Acosta-Galvis, 2019; Amphibiaweb, 2019; Frost, 2019; Uetz *et al.*, 2019).

Here we present a preliminary list and a diversity study of the amphibian and reptile fauna of the municipalities of Tumaco and Francisco Pizarro, department of Nariño, Colombia, based on field work, museum records and biodiversity databases, for characterizing and documenting the amphibians and reptiles from southwestern Colombia.

## Materials and methods

### Study area.

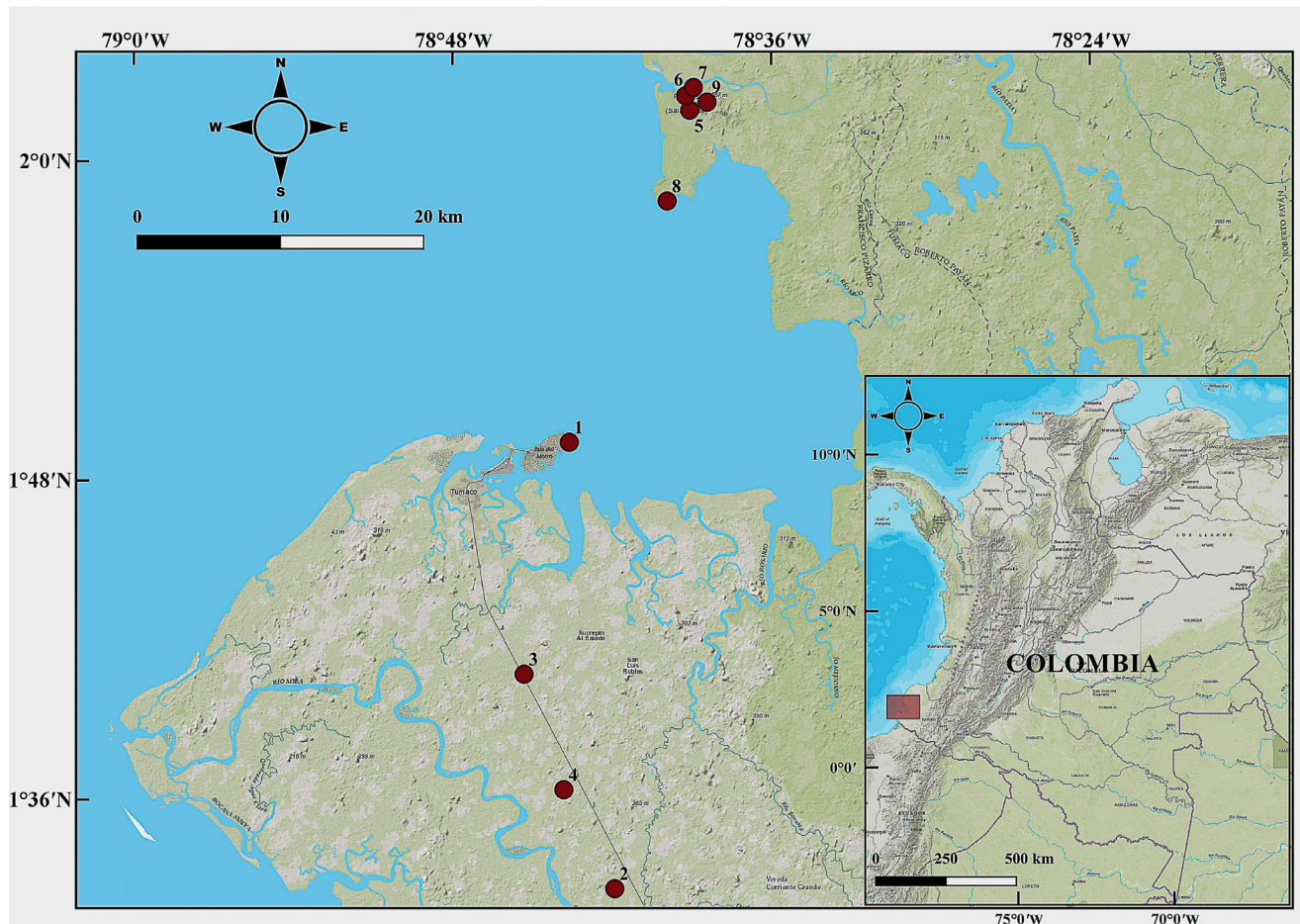
Fieldwork was carried out in the municipalities of Tumaco and Francisco Pizarro, Nariño, Colombia (Figure 1). Four localities were sampled in Tumaco (numbers 1-4 in Table 1) and five localities in Francisco Pizarro (numbers 5-9 in Table 1).

**Sampling methods.** We visited the municipality of Tumaco four times: 5-14 March, and 6-14 September, 2015; 29 February-9 March, and 5-12 September, 2016; and the municipality of Francisco Pizarro during 15-16 September, 2015; 1-9 March, and 3-4 September, 2016. We captured amphibians and reptiles through active searching in both Francisco Pizarro and Tumaco, and only in Tumaco did we use pitfall traps with drift fences, which were installed in a "Y" array with four buckets at the end of fences and were checked every other day (Crosswhite, 1999). Active searching was carried out during the day (09:00-12:00 h) and during the night (18:00-21:00 h) using the VES (Visual Encounter Survey) methodology, for a total sampling effort of 1604 hours.person<sup>-1</sup>.

Collected specimens were euthanized with 2 % xylocaine, fixed in 10 % formaldehyde and preserved in 70 % ethanol (Pisani, 1973). Photographs and description of the coloration patterns were recorded for every individual. Additionally, the specimens were identified using Ayala & Castro (unpublished document), Peters & Orejas-Miranda (1970), Lynch (1976), Pérez-Santos & Moreno (1988), Campbell & Lamar (2004), Passos *et al.* (2009), MECN (2010), Harvey *et al.* (2012) and Arteaga *et al.* (2016).

We followed Frost (2019) and Uetz *et al.* (2019) as classification systems for amphibian and reptiles, respectively. All specimens were deposited in the amphibian and reptile collections of the Instituto de Ciencias Naturales (ICN), Universidad Nacional de Colombia (Appendix 1).

**Database searching.** To complement the species list we consulted the databases of GBIF (Global Biodiversity Information Facility), SIB (Biodiversity Information



**Figure 1.** Sampling sites for herpetofauna in Tumaco (1-4) and Francisco Pizarro (5-9), Nariño, Colombia.

**Table 1.** Localities sampled for herpetofauna in Tumaco (1-4) and Francisco Pizarro (5-9), Nariño, Colombia.

# Site	Sites of sampling	Latitude	Longitude
1	Dirección General Marítima station (DIMAR)	1°49'25.82''N	78°43'35.90''W
2	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA)	1°32'39''N	78°41'53''W
3	Mar Agrícola station	1°40'42.89''N	78°45'17.96''W
4	Universidad Nacional de Colombia, Sede Tumaco	1°36'22.10''N	78°43'48.16''W
5	Empresa embotelladora de Agua and El Palmichal	2°01'54.94''N	78°39'03.83''W
6	La Primavera farm	2°02'27.48''N	78°39'13.04''W
7	Neighborhood of the sanitary landfill	2°02'46.16''N	78°38'55.27''W
8	Isla del Gallo	1°58'30.09''N	78°39'54.66''W
9	Bosque del Acueducto	2°02'13.21''N	78°38'24.59''W

System of Colombia) and the biological collections of the Instituto de Ciencias Naturales. Additional information was obtained from [Castaño-Mora \*et al.\* \(2004\)](#) and [Lynch & Suárez-Mayorga \(2004\)](#).

**Data analysis.** By means of a rarefaction and an extrapolation curve ([Chao \*et al.\*, 2014](#)), we estimated the species richness of amphibians and reptiles in the study area. The percentage of completeness (CM %) achieved by our inventory was estimated through sampling coverage curves, and the additional coverage that would be needed to reach the maximum number of species was also estimated. This analysis estimates the proportion of the total number of individuals in a community belonging to a species sampled ([Chao & Jost, 2012](#)). We used the iNEXT R package ([Hsieh \*et al.\*, 2016](#)) with 1000 bootstraps to create 95 % confidence interval (CI).

## Results

During fieldwork we recorded 1392 specimens of 68 species: 23 species of amphibians (991 individuals) and 46 species of reptiles (401 individuals). Amphibian species with the highest abundance were *Epipedobates boulengeri* (380), *Scinax tsachila* (131) and *Rhinella horribilis* (103). For reptiles, *Basiliscus galeritus* (74), *Holcosus bridgesii* (45), *Anolis auratus* (37), *Dipsas gracilis* (28) and *Sibon nebulatus* (24) were the most abundant species ([Appendix 1](#)). With the addition of the information obtained in databases and literature, species richness increases to 25 amphibians and 55 reptiles for both localities ([Appendix 1, Figure 2 and 3](#)). Amphibians are represented by 11 families and 18 genera in the orders Anura, Caudata, and Gymnophiona, and reptiles by 21 families and 24 genera in the orders Squamata (suborders Sauria and Serpentes), Testudines and Crocodylia.

The figures of amphibians and reptiles in Tumaco and Francisco Pizarro represent 16 % of the amphibians and 26 % of the reptiles recorded for the Chocó biogeographic region, and 3 % of the amphibians and 9 % of the reptiles recorded for Colombia ([Castaño-Mora \*et al.\*, 2004](#); [Lynch & Suárez-Mayorga, 2004](#)).

The amphibian families Hylidae (7 spp., 29 %) and Craugastoridae (4 spp., 17 %) had the highest diversity. In contrast, the families Aromobatidae, Centrolenidae, Eleutherodactylidae, Ranidae (order: Anura) and the family Caeciliidae (order: Gymnophiona) registered the

lowest diversity, each representing 4 % of diversity, with one species. For reptiles, the families with the highest diversity were Colubridae (17 spp., 34 %) and Dactyloidae (10 spp., 20 %) within the order Squamata, and Geoemydidae (2 spp., 50 %) within the order Testudines. The order Crocodylia was represented only by one species. The families Corytophanidae, Diploglossidae, Hoplocercidae, Iguanidae, Phyllodactylidae, Teiidae, Tropiduridae, Elapidae, Tropidophiidae (order: Squamata), Cheloniidae and Kinosternidae (order: Testudines), and Alligatoridae (order: Crocodylia) also had one species each ([Appendix 1, Figure 4](#)).

On a global scale, the highest amphibian diversity is concentrated in the families Craugastoridae, with 832 species, followed by Hylidae, with 720 species ([Frost, 2019](#)). We found a similar trend, since both families contributed to the greatest number of species in the studied municipalities. In reptiles, the family Colubridae (1944 species) and the genus *Anolis* (family Dactyloidae, 429 species), are the most speciose taxa ([Uetz \*et al.\*, 2019](#)), similar to the pattern of diversity found in our study.

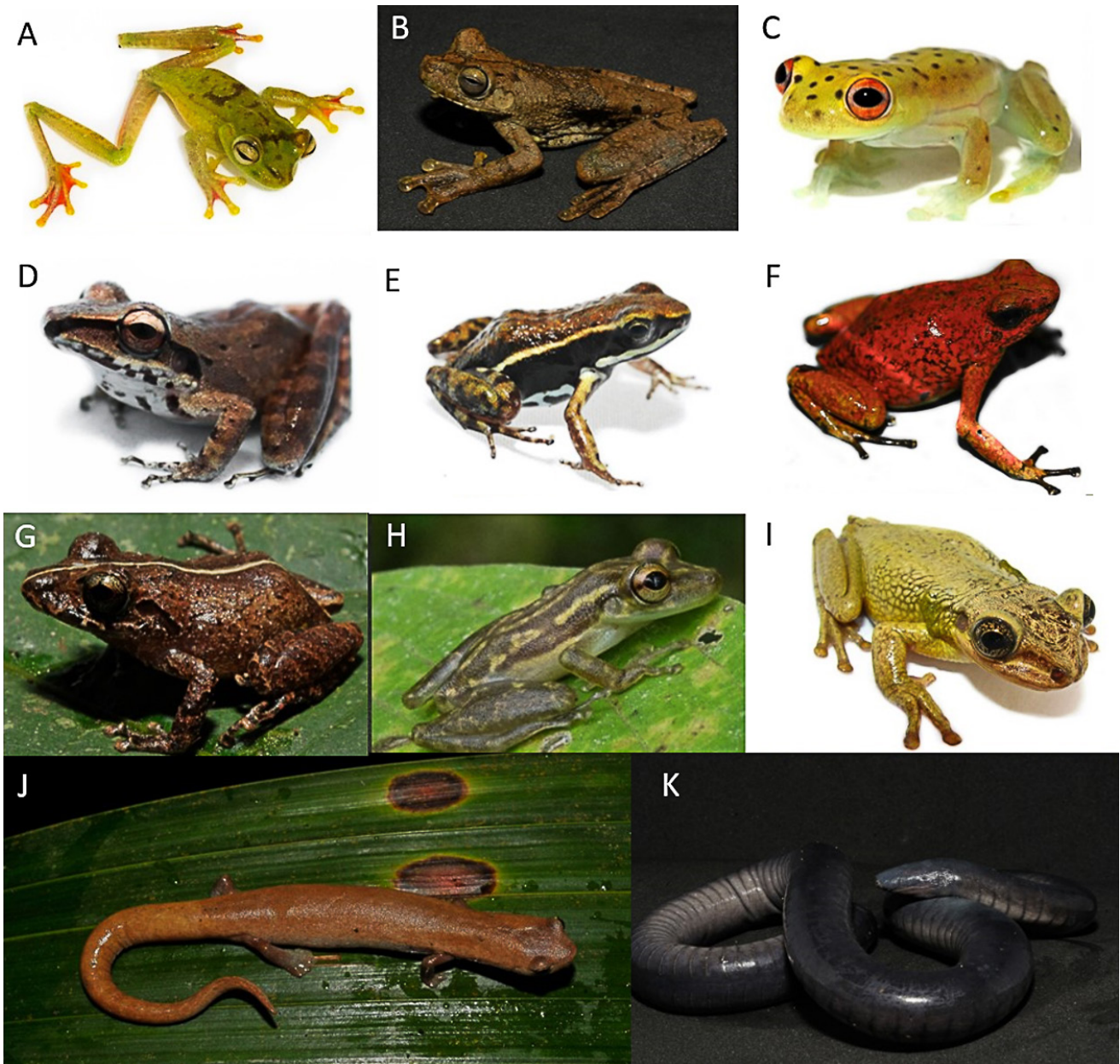
The municipality of Tumaco had a higher number of species (51 species) than Francisco Pizarro (39 species). Tumaco had 29 exclusive species, while 18 species were found only in Francisco Pizarro. In the latter municipality, 39 species and 18 exclusive species were found.

In Tumaco, localities with the highest number of species were Mar Agrícola (32 spp.) and Universidad Nacional, Sede Tumaco (36 spp.), while there were 20 species in Dimar and 12 species in Corpoica. Despite the lower diversity found in these localities, species such as *Diploglossus monotropis* and *Lepidodactylus lugubris* were recorded exclusively in Dimar and Corpoica, respectively. The municipality of Francisco Pizarro, despite having a smaller number of species, had greater number of exclusive amphibian species than Tumaco (9 vs. 5) such as *Pristimantis parvillus*, *P. walkeri* and *Caecilia guntheri*.

Before this publication, and from the same fieldwork done in the region, we published some new records of reptile species for Colombia: *Corallus blombergi* ([Pinto-Erao & Medina-Rangel, 2018](#)) and *Anolis festae* ([Medina-Rangel \*et al.\* 2018a](#)), both of them previously known only from Ecuador. Additionally, in this study we expand the distribution of *Anolis auratus* and *Gonatodes*

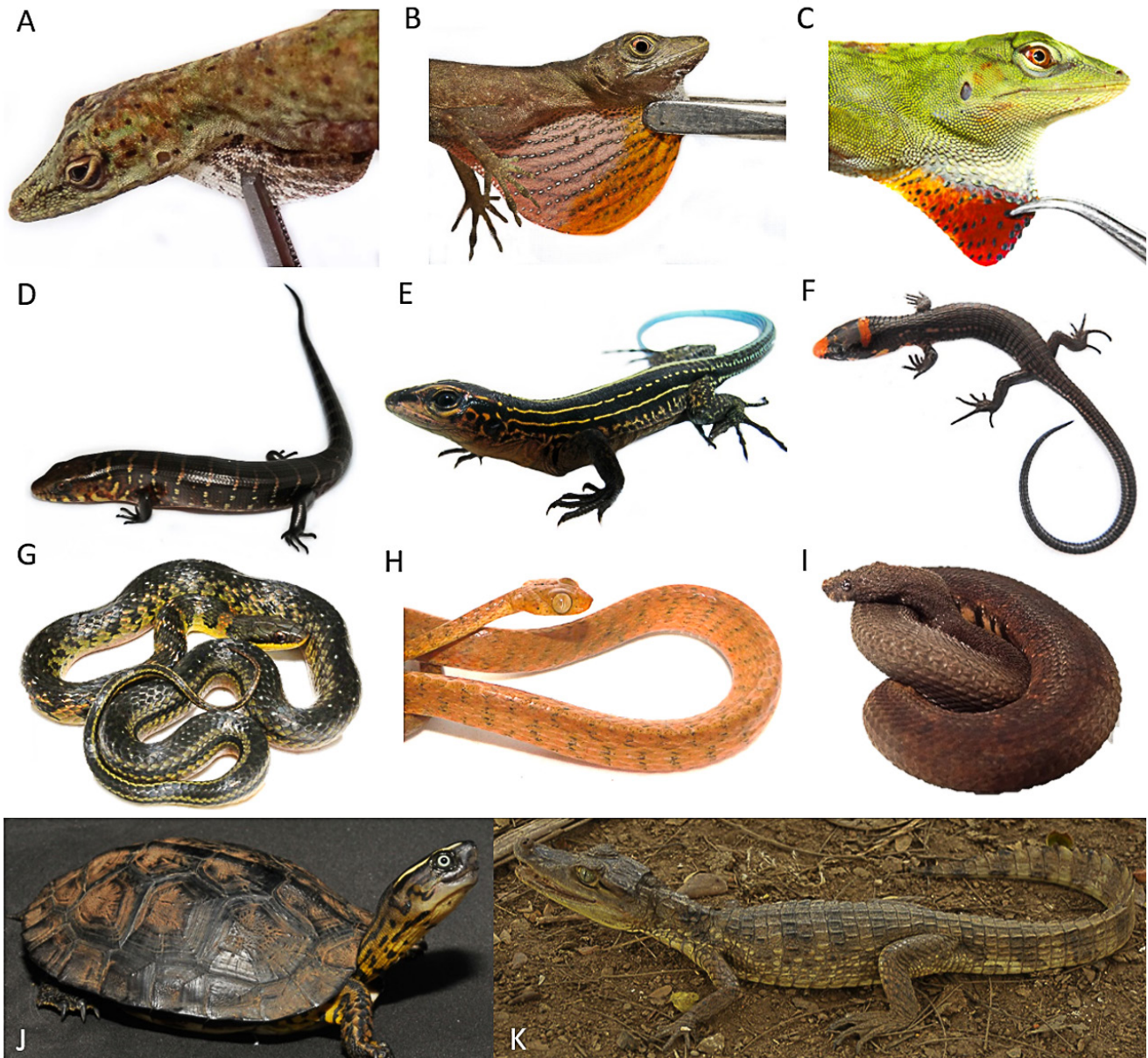
*albogularis*. The former had been recorded up to the department of Valle del Cauca, and in the case of *G. albogularis*, up to Gorgona Island, department of Cauca (Castaño-Mora *et al.*, 2004; Castro-Herrera *et al.*, 2012). Records of these species correspond to the southernmost localities in the Chocó biogeographic region of Colombia.

Likewise, for amphibians we found new records for Colombia: *Pristimantis walkeri* (reported only in Ecuador, Arteaga *et al.*, 2013) and *Scinax tsachila* (recently described and reported in Ecuador, Ron *et al.* (2018)). Moreover, *Allobates talamancae*, *Dendropsophus ebraccatus* and *Scinax sugillatus*, are new records for the department of Nariño (Acosta-Galvis, 2019).



**Figure 2.** Some of the amphibian species reported in Tumaco and Francisco Pizarro, Nariño, Colombia. A, *Boana pellucens*; B, *Boana rosenbergi*; C, *Cochranella litoralis*; D, *Craugastor longirostris*; E, *Epipedobates boulengeri*; F, *Oophaga sylvatica*; G, *Pristimantis walkeri*; H, *Scinax tsachila*; I, *Trachycephalus jordani*; J, *Bolitoglossa biseriata*; K, *Caecilia guntheri*.

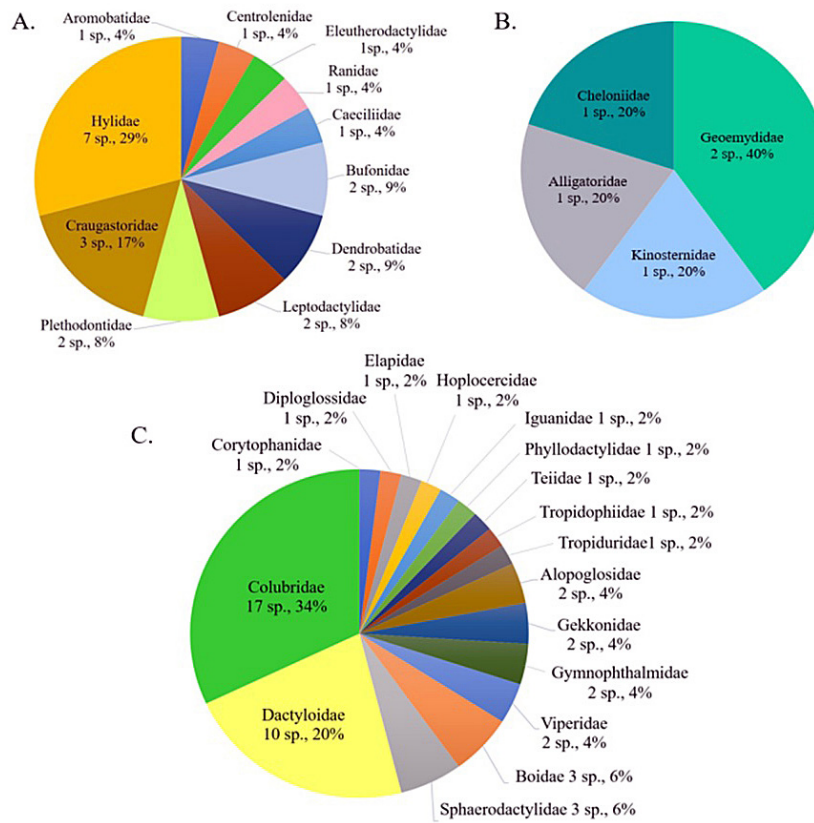
Photographs: Guido F. Medina-Rangel (B, E, F, G, J, K), María José Espejo (A, C, H, I) and Javier Ardila (D).



**Figure 3.** Some of the reptile species reported in Tumaco and Francisco Pizarro, Nariño, Colombia. A, *Anolis festae*; B, *Anolis maculiventris*; C, *Anolis parvaauritus*; D, *Diploglossus monotropis*; E, *Holcosus bridgesii*; F, *Ptychoglossus gorgonae*; G, *Erythrolamprus epinephelus*; H, *Imantodes inornatus*; I, *Trachyboa boulengeri*; J, *Rhinoclemmys melanosterna*; K, *Caiman crocodilus*.

Photographs: Guido F. Medina-Rangel (B, D, G, J, K), Javier Ardila (C), María José Espejo (A, E, I), Martha Calderón (H) and María Alejandra Pinto-Erao (F).





**Figure 4.** Number of species and richness percentage per family of amphibians and reptiles in Tumaco and Francisco Pizarro, Nariño, Colombia. A, Amphibia; B, Testudines and Crocodylia; C, Squamata.

**Accumulation curves and sampling coverage.**

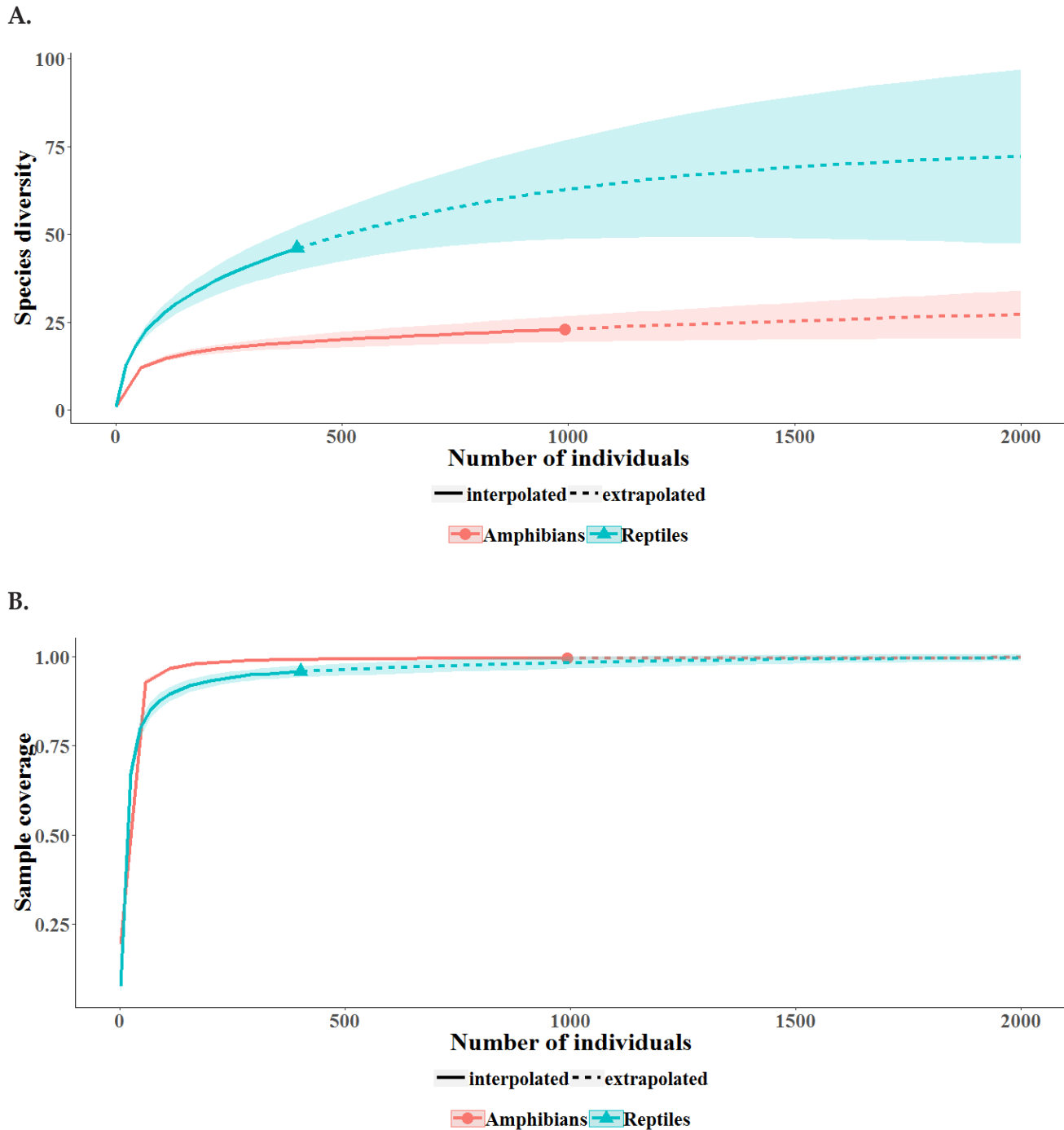
According to our data, we estimated that up to 111 species, around 36 amphibians and 75 reptiles, can be found with a greater sampling effort when sampling coverage higher than 99 % is reached (Figure 5A). In amphibians, with 991 individuals, we obtained a sampling coverage of 98 %, and in reptiles, with 401 individuals, we found a sampling coverage of 95 % (Figure 5B). This inventory has shown slightly better richness results for amphibians than reptiles.

**Discussion**

In comparison to the herpetofauna recorded for the province of Esmeraldas in Ecuador (MECN, 2010), adjacent to the southern lowlands of the department of Nariño, the municipalities of Tumaco and Salahonda have fewer species. The families Hemiphractidae, Microhylidae and Phyllomedusidae, found in Esmeraldas,

were not present in our study. Similarly, within reptiles, of the 24 families recorded in Esmeraldas, two families of lizards (Gymnophthalmidae and Polychrotidae), one of amphisbaenids (Amphisbaenidae), two of snakes (Anomalepididae and Leptotyphlopidae) and one of turtles (Chelydridae) were not found in Tumaco and Salahonda. These differences can be due to methodologies focused on ground-dwelling-species (Amphisbaenidae, Gymnophthalmidae, Leptotyphlopidae, Microhylidae), and that some environments such as aquatic habitat (where Chelydridae species may be found) or canopy habitat (for Hemiphractidae and Phyllomedusidae species) were not sampled at all in this study. Therefore, more sampling effort will be needed to maximize encounter success of some taxa, although our sampling coverage was high for both amphibians and reptiles.

The study region has been classified as a hotspot for deforestation in Colombia, with a probability of 70 % of forest cover being converted to agricultural uses (Etter *et al.*, 2006). This may partially explain, in addition to the lack of certain methodologies, why some of



the forest fossorial or leaf litter reptile species were not observed in this study. The same reason can be claimed to explain the absence of some amphibian records in this region, particularly species of the families Hemiphractidae and Phyllomedusidae, which are closely associated with tall-tree vegetation, and are found vocalizing (e.g. members of the genera *Agalychnis*, *Gastrotheca*) or perching, in the canopy (e.g. *Cruziophylla calcarifer*) (Castro-Herrera & Vargas-Salinas, 2008; MECN, 2010; Palacios-Rodríguez et al., 2018). Furthermore, habitat fragmentation, agricultural development, and fumigation with chemicals are factors that reduce the population density of species like *Gastrotheca cornuta* in Cauca and Nariño (Coloma et al., 2008).

In the Colombian Chocó biogeographic region, most of the amphibian families have slightly high endemism values. Particularly, the family with the highest percentage of endemism is Plethodontidae, since 35 % of species are found only in this region (Lynch & Suárez-Mayorga, 2004). In reptiles, there are 127 endemic species for Colombia, and 30 occur exclusively in this region, representing a 24 % rate of endemism (Castaño-Mora et al., 2004). In this study we found 17 out of 25 species of amphibians and 27 out of 55 species of reptiles endemic for the Chocó Biogeographic region (Appendix 1). In consequence, this region is considered not only as a hotspot for deforestation in Colombia, but also as a hotspot for biodiversity and it acquires a significant relevance regarding the diversity and endemism of its fauna.

## Acknowledgements

We thank the National University of Colombia for the logistical and financial support to carry out fieldwork during the development of the Animal Taxonomy course (2015-2016). We also give thanks to our field guides and students of the course, and to María José Espejo and Juan Camilo Ríos for participating in specimen collections and for contributing with some of the photos used in the present document. Finally, we thank John D. Lynch and Santiago Ron for confirming the identification of some specimens and we thank Michelle E. Thompson for reviewing the English of the manuscript.

## References

- Acosta-Galvis, A. R. (2019). Lista de los Anfibios de Colombia. Referencia en línea V.09.2019. Accessed: May 5 of 2019. <http://www.batrachia.com>, Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.
- Amphibiaweb. (2019). Accessed: May 5 of 2019. <http://amphibiaweb.org>, University of California, Berkeley, California, United States of America.
- Angarita-Sierra, T. & Lynch, J. D. (2017). A new species of *Ninia* (Serpentes: Dipsadidae) from Chocó-Magdalena biogeographical province, western Colombia. *Zootaxa*, 4244(4), 478-492. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4244.4.2>
- Arteaga, A., Bustamante, L. & Guayasamin, J. M. (2013). *The Amphibians and Reptiles of Mindo. Life in the Cloud Forest*. Serie de Publicaciones Científicas. Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica. 257 pp.
- Arteaga, A. F., Pyron, R. A., Peñafiel, N., Romero-Barreto, P., Culebras, J., Bustamante, L. M., Yáñez-Muñoz, M. H. & Guayasamin, J. M. (2016). Comparative phylogeography reveals cryptic diversity and repeated patterns of cladogenesis for amphibians and reptiles in northwestern Ecuador. *PLoS ONE*, 11(4), e0151746. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151746>
- Ayala, S. & Castro, F. (Unpublished document). *Lagartos de Colombia/ Lizards of Colombia*. Cali, Colombia: Universidad del Valle and Tulane University International Center for Medical Research. 580 pp.
- Ayerbe-González, S. & López-López, F. J. (2005). Descripción de una nueva especie de serpiente coral (Elapidae: Micrurus). *Novedades Colombianas. Nueva Época*, 8(1), 41-43.
- Cadle, J. E. (2012). Systematics of the Neotropical snake *Dendrophidion percarinatum* (Serpentes: Colubridae), with descriptions of two new species from western Colombia and Ecuador and supplementary data on *D. brunneum*. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 160(6), 259-344. <https://doi.org/10.3099/0027-4100-160.6.259>
- Campbell, J. & Lamar, W. (2004). *The venomous reptiles of the western hemisphere. Vol. I-II*. Ithaca, USA and London, UK: Comstock Publishing Associates a Division of Cornell University Press. 870 pp.
- Castro-Herrera, F. & Vargas-Salinas, F. (2008). Anfibios y reptiles en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 9(2), 251-277.
- Castro-Herrera, F., Valencia, A. & Villaquirán, D. (2012). *Diversidad de anfibios y reptiles del Parque*

- Nacional Natural Isla Gorgona*. Cali, Colombia: Feriva Impresores S.A. 112 pp.
- Castaño-Mora, O. V., Cárdenas-A., G., Hernández-R, E. J. & Castro-H, F. (2004). Reptiles en el Chocó Biogeográfica-Catalogo. En Rangel-Ch, J. O. (Ed.). *Colombia diversidad Biótica IV. El Chocó biogeográfico/Costa Pacífica*. Pp: 599-632. Bogotá D. C.: Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales.
- Chao, A. & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93, 2533-2547. <https://doi.org/10.1890/11-1952.1>
- Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T. C., Sander, E. L., Ma, K. H., Colwell, R. K. & Ellison, A. M. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84, 45-67. <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- Coloma, L. A., Ron, S., Jungfer, K., Grant, T., Cisneros-Heredia, D., Solís, F., Ibañez, R., Chaves, G., Savage, J., Jaramillo, C., Fuenmayor, Q., Bolaños, F., Lips, K., Lynch, J. D. & Almendáriz, A. (2008). *Gastrotheca cornuta*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016:e.T40501A22176071. Accessed 5 of May 2019. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS>.
- Crosswhite, D. L. (1999). Comparison of methods for monitoring reptiles and amphibians in upland forests of the Ouachita Mountains. *Proceeding of the Oklahoma Academy of Science*, 79, 45-50.
- Etter, A., Mcalpine, C., Wilson, K., Phinn, S. & Possingham, H. (2006). Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. *Agriculture, ecosystems and environment*, 114, 369-386. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.11.013>
- Frost, D. R. (2019). Amphibian Species of the World: an online reference, versión 6.0 Accessed: May 5 of 2019. New York, USA: American Museum of Natural History. <http://research.amnh.org/>
- Grant, T. & Myers, C. W. (2013). Review of the frog genus *Silverstoneia*, with descriptions of five new species from the Colombian Chocó (Dendrobatidae: Colostethinae). *American Museum Novitates*, 3784, 1-58. <https://doi.org/10.1206/3784.2>
- Grant, T., Rada, M., Anganoy-Criollo, M., Batista, A., Dias, P. H., Moriguchi-Jeckel, A., Machado, D. J. & Rueda-Almonacid, J. V. (2017). Phylogenetic systematics of dart-poison frogs and their relatives revisited (Anura: Dendrobatoidea). *South American Journal of Herpetology*, 12(s1), S1-S90. <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-17-00017.1>
- Grisales-Martínez, F. A. & Rendón-Valencia, B. (2019). Registro del gecko caribeño *Sphaerodactylus homolepis* Cope, 1886 (Squamata: Sphaerodactylidae) en Colombia. *Cuadernos de Herpetología*, 33(1), 41-43. [https://doi.org/10.31017/CdH.2019.\(2018-019\)](https://doi.org/10.31017/CdH.2019.(2018-019))
- Harvey, M. B., Ugueto, G. N. & Gutberlet, R. L. Jr. (2012). Review of Teiid morphology with a revised taxonomy and phylogeny of the Teiidae (Lepidosauria: Squamata). *Zootaxa*, 3459, 1-156. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3459.1.1>
- Heyer, W. R. (2005). Variation and taxonomic clarification of the large species of the *Leptodactylus pentadactylus* species group (Amphibia: Leptodactylidae) from Middle America, Northern South America, and Amazonia. *Archivos de Zoología*, 37(3), 269-348. <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7793.v37i3p269-348>
- Hsieh, T. C., Ma, K. H. & Chao, A. (2016). iNEXT: An R package for interpolation and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451-1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- Jaramillo-Martínez, A. F., Valencia-Z., A., Cardona, V. E., Castro-Herrera, F. & Cisneros-Heredia, D. F. (2015). Range extension of *Cochranella mache* Guayasamin and Bonaccorso, 2004 (Anura: Centrolenidae) with comments on the distribution of *C. euknemos* (Savage and Starrett, 1967) in Colombia. *Herpetology Notes*, 8, 161-163.
- Lynch, J. D. (1976). New species of frogs (Leptodactylidae: Eleutherodactylus) from the Pacific versant of Ecuador. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas*, 55, 1-33. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.29037>
- Lynch, J. D. & Suárez-Mayorga, A. M. (2004). Anfíbios en el Chocó Biogeográfico. En: Rangel-Ch, J. O. (Ed.). *Colombia diversidad Biótica IV. El Chocó biogeográfico/Costa Pacífica*. Pp: 633-667. Bogotá D.C., Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales.
- Márquez, R., Mejía-Vargas, D., Palacios-Rodríguez, P., Ramírez-Castaneda, V. & Amézquita, A. (2017). A new species of *Andinobates* (Anura: Dendrobatidae) from the Urabá region of Colombia. *Zootaxa*, 4290, 531-546.
- Medina-Rangel, G. F., Pinto-E, M. A. & Calderón-Espinosa M. L. (2018a). First record of the *Veronica's Anolis Anolis festae* (Squamata, Dactyloidae) in Colombia. *Herpetology Notes*, 11, 725-728.
- Medina-Rangel, G. F., Cárdenas-Arévalo, G., & Rentería-Moreno, L. E. (2018b). Rediscovery and first record of the Phantasma Tree Snake, *Imantodes phantasma* Myers, 1982 (Serpentes, Colubridae), in Colombia. *Check List*, 14(1), 237-242. <https://doi.org/10.15560/14.1.237>

- Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales - MECN. (2010). *Serie herpetofauna del Ecuador: El chocó Esmeraldeño*. Monografía No.5. Quito: Serie de Publicaciones Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. 232p.
- Mueses-Cisneros, J. J. & Moreno-Quintero, V. (2012). Fauna Amphibia de la Reserva Natural Biotopo Selva Húmeda, Barbaças, Nariño, Colombia. *Herpetotropicos*, 7(1-2), 39-54.
- Ospina-Sarria, J. J., Velásquez-Trujillo, D. A. & Bolívar-G., W. (2015). First records of the two poorly known Terrarana frogs *Pristimantis esmeraldas* (Guayasamin, 2004) and *Strabomantis necerus* (Lynch, 1975) (Amphibia: Anura: Craugastoridae) for Colombia. *Herpetology Notes*, 8, 27-30.
- Palacios-Rodríguez, P., Rengifo-Mosquera, J. T. & Echavarría-Rentería, J. D. (2013a). Primer reporte de *Dendropsophus bogerti* (Anura: Hylidae: Hylinae) en el departamento del Chocó, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 3(2), 127-30. <https://doi.org/10.18636/bioneotropical.v3i2.151>
- Palacios-Rodríguez, P., Rengifo-Mosquera, J. T. & Echavarría-Rentería, J. D. (2013b). Nuevo registro y ampliación de distribución geográfica para *Agalychnis psilopygion* (Anura: Hylidae: Phyllomedusinae) en el Chocó biogeográfico de Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 3(2), 123-6. <https://doi.org/10.18636/bioneotropical.v3i2.126>
- Palacios-Rodríguez, L. J., Rengifo-Mosquera, J. T., Panesso, M. R., & Asprilla, Y. P. (2018). Riqueza y distribución de Hílicos (Hylidae: Anura) en zona de bosques pluvial tropical en el departamento del Chocó, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 10(2), 154-166. <https://doi.org/10.24188/recia.v10.n2.2018.650>
- Passos, P., Mueses-Cisneros, J. J., Lynch, J. D. & Fernandes, R. (2009). Pacific lowland snakes of the genus *Atractus* (Serpentes: Dipsadidae), with description of three new species. *Zootaxa*, 2293, 1-34. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2293.1.1>
- Pérez-Santos, C. & Moreno, A. G. (1988). *Ofidios de Colombia*. Monografía VI. Torino, Italia: Museo Regionale di Scienze Naturali. 512 pp.
- Peters, J. A. & Orejas-Miranda, B. (1970). *Catalogue of the Neotropical Squamata Part I. Snakes*. Washington, USA: Smithsonian Institution Press. 347 pp.
- <https://doi.org/10.5962/bhl.title.46653>
- Pinto-Eraza, M. A. & Medina-Rangel, G. F. (2018). First country record of *Corallus blombergi* (Rendahl and Vestergren 1941) (Serpentes: Boidae) from southwestern Colombia. *Check list*, 14, 183-188. <https://doi.org/10.15560/14.1.183>
- Pisani, G. R. (1973). A guide to preservation techniques for amphibians and reptiles. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. *Herpetological Circular*, 1, 1-22.
- Poe, S., Velasco, J., Miyata, K. & Williams, E. E. (2009). Descriptions of two nomen nudum species of *Anolis* lizard from Northwestern South America. *Breviora*, 516, 1-16. <https://doi.org/10.3099/0006-9698-516.1.1>
- Rada, M., Jeckel, A. M., Caorsi, V. S., Barrientos, L. S., Rivera-Correa, M. & Grant, T. (2017). A remarkable new white-eyed glassfrog species of *Sachatamia* from Colombia (Anura: Centrolenidae), with comments on the systematics of the genus. *South American Journal of Herpetology*, 12(2), 157-173. <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-16-00041.1>
- Rengifo, J. T. & Rentería-Moreno, L. E. (2011). Reptiles del departamento del Chocó, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 1(1), 38-47.
- Ron, S. R., Duellman, W. E., Caminer, M. A., Pazmiño, D. (2018). Advertisement calls and DNA sequences reveal a new species of *Scinax* (Anura: Hylidae) on the Pacific Lowlands of Ecuador. *PLoS ONE*, 13(9), e0203169. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203169>
- Salaman, P. G. W. (1994). *Surveys and conservation of biodiversity in the Chocó, south-west Colombia*. Cambridge, UK: BirdLife International Study Report No. 61.
- Sánchez-Pacheco, S. J., Rueda-Almonacid, J. V., Caicedo-Portilla, J. R. & Marques-Souza, S. (2016). First record of *Leposoma caparensis* from Colombia, with confirmation for the presence of *Ptychoglossus myersi* and *P. plicatus* (Squamata: Gymnophthalmidae). *Salamandra*, 52(1), 53-57.
- Uetz, P., Freed, P. & Hošek, J. (eds.). (2019). The Reptile Database. Accessed: 5 May of 2019. <http://www.reptile-database.org>

**Appendix 1.** Taxon list, abundances and museum collection codes of amphibian and reptile species reported in Tumaco and Francisco Pizarro, Nariño, Colombia. #: Endemic species for the Chocó Biogeographic region. Localities: (1) DIMAR, (2) CORPOICA, (3) Mar Agrícola, (4) Universidad Nacional de Colombia, Sede Tumaco and Francisco Pizarro, (5) El Palmichal, (6) La Primavera, (7) the sanitary landfill, (8) Isla del Gallo, (9) Bosque del Acueducto. \*Species reported in museum collection databases, in [Castaño-Mora et al., 2004](#) or [Lynch & Suárez-Mayorga, 2004](#). -: No data. O: Observed but not collected.

Family	Species	Localities	Abundance	Collection codes
<b>Order Anura</b>				
Aromobatidae	<i>Allobates talamancae</i> # (Cope, 1875)	4	8	ICN 57096
Bufonidae	<i>Rhinella alata</i> * # (Thominot, 1884)		-	-
	<i>Rhinella horribilis</i> (Wiegmann, 1833)	1, 2, 3, 4	103	ICN 57097-99, 58382-83
Centrolenidae	<i>Cochranella litoralis</i> # (Ruiz-Carranza and Lynch, 1996)	4	3	-
Craugastoridae	<i>Craugastor longirostris</i> (Boulenger, 1898)	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	45	ICN 57105-22
	<i>Pristimantis achatinus</i> (Boulenger, 1898)	4	2	ICN 57103
	<i>Pristimantis parvillus</i> # (Lynch, 1976)	5, 9	11	ICN 57123-29, 58380
	<i>Pristimantis walkeri</i> # (Lynch, 1974)	5	1	ICN 58379
	<i>Strabomantis anomalus</i> * (Boulenger, 1898)		-	-
Dendrobatidae	<i>Epipeleobates boulengeri</i> # (Barbour, 1909)	1, 3, 4, 5, 6, 8, 9	380	ICN 57131-40, 58384-87
	<i>Oophaga sylvatica</i> # (Funkhouser, 1956)	5, 6, 9	14	ICN 57130, 58388
Eleutherodactylidae	<i>Diasporus gularis</i> # (Boulenger, 1898)	5, 9	15	ICN 57104
Hylidae	<i>Boana pellucens</i> # (Werner, 1901)	1, 3, 4, 5, 9	40	ICN 57141-51
	<i>Boana rosenbergi</i> # (Boulenger, 1898)	1, 3, 4, 5, 6, 9	45	ICN 57152-54
	<i>Dendropsophus ebraccatus</i> (Cope, 1874)	3	2	ICN 57155-56
	<i>Scinax tsachila</i> # Ron, Duellman, Caminer, and Pazmiño, 2018	1, 2, 3, 4, 5, 9	131	ICN 57157-69
	<i>Scinax sugillatus</i> # (Duellman, 1973)	3, 4	14	ICN 57170-74

	<i>Smilisca phaeota</i> (Cope, 1862)	1, 2, 3, 4, 5, 9	44	ICN 57175-83
	<i>Trachycephalus jordani</i> # (Stejneger and Test, 1891)	1, 3, 4, 5, 9	20	ICN 57184-90
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus rhodomerus</i> # Heyer, 2005	5, 6	10	ICN 57191-93
	<i>Leptodactylus ventrimaculatus</i> # Boulenger, 1902	1, 2, 3, 4, 5	98	ICN 57194-207
Ranidae	<i>Lithobates vaillanti</i> (Brocchi, 1877)	5, 6, 7	4	ICN 57208
<b>Order Caudata</b>				
Plethodontidae	<i>Bolitoglossa biseriata</i> Tanner, 1962	5	1	ICN 57209
	<i>Bolitoglossa medemi</i> # Brame and Wake, 1972	5	1	ICN 57210
<b>Order Gymnophiona</b>				
Caeciliidae	<i>Caecilia guntheri</i> # Dunn, 1942	5	1	ICN 57211
<b>Order Squamata</b>				
<b>Sauria</b>				
Alopoglosidae	<i>Alopoglossus festae</i> # Peracca, 1904	5	1	ICN-R 12669
	<i>Ptychoglossus gorgonae</i> # Harris, 1994	5	1	ICN-R 12670
Corytophanidae	<i>Basiliscus galeritus</i> Duméril, 1851	2, 3, 4, 5, 8, 9	74	ICN-R 12627-28, 12660
Dactyloidae	<i>Anolis auratus</i> Daudin, 1802	1, 2, 3, 4	37	12630-32, 12634
	<i>Anolis anchicayae</i> *# Poe, Velasco, Miyata & Williams, 2009		-	ICN - R 3697
	<i>Anolis chloris</i> # Boulenger, 1898	1, 2, 3, 4	11	ICN-R 12629, 12633, 1265
	<i>Anolis festae</i> # Peracca, 1904	3	6	ICN-R 12644
	<i>Anolis granuliceps</i> # Boulenger, 1898	3	4	ICN-R 4158, 12723
	<i>Anolis lyra</i> # Poe, Velasco, Miyata & Williams, 2009	4	1	ICN-R12652
	<i>Anolis maculiventris</i> Boulenger, 1898	3, 4, 5	21	ICN-R 12659
	<i>Anolis paroaureitus</i> # (Williams, 1966)	2, 3, 4, 5, 9	21	ICN-R 12624-25, 12649, 12656,

	<i>Anolis princeps</i> *# Boulenger, 1902		-	ICN 3583
	<i>Anolis "malkini"</i> Cope, 1863	1	1	ICN-R 12635
Diploglossidae	<i>Diploglossus monotropis</i> # (Kuhl, 1820)	1	2	ICN-R 12623, 12722
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i> Duméril & bibron, 1836	1, 4, 5	19	ICN-R 12636-8, 12664, 12715, 12719
	<i>Lepidodactylus lugubris</i> (Duméril & Bibron, 1836)	2	2	ICN-R 12639
Gymnophthalmidae	<i>Anadia vittata</i> *# Boulenger, 1913		-	-
	<i>Echinosaura horrida</i> *# Boulenger, 1890		-	UVC 13189
Hoplocercidae	<i>Enyalioides heterolepis</i> # (Bocourt, 1874)	5	2	ICN-R 12721
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i> (Linnaeus, 1758)	1, 3	4	ICN-R 4619-20
Phyllodactylidae	<i>Thecadactylus rapicauda</i> (Houttuyn, 1782)	4, 5, 8, 9	7	ICN-R 12653, 12712- 14
Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i> (Duméril & Bibron, 1836)	3	5	ICN-R 12640-43, 12811
	<i>Lepidoblepharis intermedius</i> # Boulenger, 1914	1, 4	18	ICN-R 12671-74
	<i>Lepidoblepharis ruthveni</i> # Parker, 1926	5, 9	3	ICN-R 12717, 12718, 12730
Teiidae	<i>Holcosus bridgesii</i> # Cope, 1869	1, 4, 5, 6, 8, 9	45	ICN-R 12622, 12626, 12661-62
Tropiduridae	<i>Stenocercus iridescens</i> *# (Günther, 1859)		-	ICN-R-4225
<b>Serpentes</b>				
Boidae	<i>Boa constrictor</i> Linnaeus, 1758	1	1	O
	<i>Corallus annulatus</i> (Cope, 1875)	5, 9	2	ICN-R 12654
	<i>Corallus blombergi</i> # (Rendahl & Vestergren, 1940)	4	1	ICN-R 12701
Colubridae	<i>Atractus iridescens</i> # Peracca, 1896	4	1	ICN-R 12812
	<i>Chironius flavopictus</i> # (Werner, 1909)	3	1	ICN-R 12699



	<i>Dipsas gracilis</i> # (Boulenger, 1902)	2, 3, 4, 5, 6, 9	28	ICN-R 12607, 12614,12617-18, 12647, 12657, 12705
	<i>Erythrolamprus epinephelus</i> (Cope, 1862)	2, 3	3	ICN-R 12608, 12619, 12707
	<i>Imantodes cenchoa</i> (Linnaeus, 1758)	3, 4	5	ICN-R 12611-12, 12620, 12658
	<i>Imantodes inornatus</i> (Boulenger, 1896)	3	1	ICN-R 12610
	<i>Leptodeira annulata</i> (Linnaeus, 1758)	3, 4, 5	7	ICN-R 12609, 12613, 12615, 12655, 12700
	<i>Leptophis ahaetulla</i> (Linnaeus, 1758)	4	1	ICN-R 12605
	<i>Leptophis depressirostris</i> # (Cope, 1861)	5	1	ICN-R 12663
	<i>Mastigodryas pulchiceps</i> (Cope, 1868)	5	1	ICN-R 12703
	<i>Ninia teresitae</i> # Angarita-Sierra & Lynch, 2017	2, 3, 5	3	ICN-R 12616, 12621, 12702
	<i>Oxybelis aeneus</i> * (Wagler, 1824)		-	-
	<i>Oxybelis brevirostris</i> * (Cope, 1861)		-	ICN-R 2640
	<i>Oxyrhopus petolarius</i> (Linnaeus, 1758)	4	1	ICN-R 12706
	<i>Phrynonax shropshirei</i> # (Barbour & Amaral, 1924)	3	1	ICN-R 12646
	<i>Sibon nebulatus</i> (Linnaeus, 1758)	3, 4, 5, 6, 9	24	ICN-R 12645, 12648, 12650, 12704
	<i>Spilotes pullatus</i> (Linnaeus, 1758)	4, 5, 7	2	ICN-R 12597, 12711
Elapidae	<i>Micrurus dumerilii trasandinus</i> (Jan, 1858)	5	1	ICN-R 12709
Tropidophiidae	<i>Trachyboa boulengeri</i> # Peracca, 1910	4	1	ICN-R 12813
Viperidae	<i>Bothriechis schlegelii</i> (Berthold, 1846)	4	1	ICN-R 12606
	<i>Bothrops asper</i> (Garman, 1883)	5, 7	4	ICN-R 12708, 12710
<b>Order Testudinata</b>				
Cheloniidae	<i>Lepidochelys olivacea</i> * (Eschscholtz, 1829)		-	-

Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys nasuta</i> ##* (Boulenger, 1902)	-	-	ICN-R 7710,7711, 7750
	<i>Rhinoclemmys melanosterna</i> # (Gray, 1861)	1, 3, 4, 5	11	ICN-R 7704
Kinosternidae	<i>Kinosternon leucostomum</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1851)	1, 2, 3, 4, 5, 9	11	O
<b>Order Crocodylia</b>				
Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i> (Linnaeus, 1758)	3	3	O
32	80	20	1392	

**María Alejandra Pinto-Eraza**

Universidad Nacional de Colombia  
Bogotá, Colombia  
mapintoe@unal.edu.co  
<https://orcid.org/0000-0002-8492-2672>

**Martha Lucía Calderón Espinosa**

Universidad Nacional de Colombia  
Bogotá, Colombia  
mlcalderone@unal.edu.co  
<https://orcid.org/0000-0002-3602-013X>

**Guido Fabian Medina Rangel**

Universidad Nacional de Colombia  
Bogotá, Colombia  
guidofabianmedina@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-9609-590X>

**Miguel Ángel Méndez Galeano**

Universidad Nacional de Colombia  
Bogotá, Colombia  
miamendezga@unal.edu.co  
<https://orcid.org/0000-0002-2391-1144>

---

**Herpetofauna from two municipalities of southwestern Colombia**

**Citación del artículo:** Pinto, M.A., Calderón, M.L., Medina, G.F. & Méndez, M.A. (2020). Herpetofauna from two municipalities of southwestern Colombia. *Biota Colombiana*, 21(1), 41-57. DOI: [10.21068/c2020.v21n01a04](https://doi.org/10.21068/c2020.v21n01a04).

**Recibido:** 8 de mayo de 2019

**Aprobado:** 19 de noviembre de 2019

# Aves del Cañón del Chicamocha, Colombia: un llamado para su conservación

## Birds of the Chicamocha Canyon, Colombia: a call for conservation

Sergio Andrés Collazos-González <sup>id</sup>, Juliana Zuluaga-Carrero <sup>id</sup>, José Oswaldo Cortés-Herrera <sup>id</sup>

---

### Resumen

Presentamos el listado de la avifauna actual del Cañón del Chicamocha ubicado entre los departamentos de Boyacá y Santander, Colombia. La región tiene una extensión de 3342 km<sup>2</sup> y un gradiente altitudinal entre 300 y 2300 m s. n. m. Los datos para el desarrollo de este listado fueron recolectados de investigaciones en campo, de la revisión de información secundaria y de registros en bases de datos. Se presenta un total de 291 especies de aves, entre las que se encuentran 239 residentes y 53 migratorias neárticas, de las cuales 8 se encuentran en alguna categoría de amenaza a nivel global y nacional, 7 son endémicas y 12 casi endémicas, destacándose el colibrí amazilia ventricastaño (*Amazilia castaneiventris*) y el cucarachero de Nicéforo (*Thryophilus nicefori*). Con esta información se aporta al desarrollo de iniciativas para la creación de áreas protegidas, fomento del aviturismo comunitario y proyectos de restauración ecológica.

**Palabras clave.** Avifauna. Bosque Seco Tropical. Especies focales. Listado taxonómico. Suramérica.

### Abstract

We present a list of birds of the Chicamocha Canyon, located between the departments of Boyacá and Santander, Colombia. The region has an extension of 3342 km<sup>2</sup> and an altitudinal gradient between 300 and 2300 m a. s. l. The dataset used in the development of this list was compiled from research carried out in the area, review of secondary sources, and review of databases. A total of 291 species of birds are presented, among which 239 are residents and 53 are Nearctic migrants; 8 of the species are in some threat category at a global and national level, 7 are endemic and 12 are almost endemic. The chestnut-bellied hummingbird (*Amazilia castaneiventris*) and Niceforo's wren (*Thryophilus nicefori*) are highlighted. This information contributes to the development of initiatives for the creation of protected areas, promotion of community birdwatching and ecological restoration projects.

**Keywords.** Birdlife. Focal species. South America. Taxonomic list. Tropical Dry Forest.

## Introducción

El enclave seco del Cañón del río Chicamocha tiene zonas áridas con una rica avifauna, lo que la ha convertido en un Área de Importancia para la Conservación de las Aves - AICA (Franco *et al.*, 2009). Su orografía tiene un gradiente altitudinal entre 300 y 2300 m n. s. m, favoreciendo el establecimiento de variados hábitats para las aves. En la región se puede encontrar bosque seco tropical, bosque seco premontano, bosque de cañada, bosque de roble mixto, matorral xerofítico, humedales, helechales y afloramientos rocosos (Albesiano *et al.*, 2003; Camargo-Ponce & Agudelo-Álvarez, 2017). De igual manera, la marcada estacionalidad de la cordillera Oriental, ha permitido que algunas especies desarrollen adaptaciones particulares para sobrevivir a las condiciones extremas de sequía, por lo que se encuentra un alto número de endemismos en diferentes grupos taxonómicos en esta región (Hernández-Camacho *et al.*, 1992; Pennington *et al.*, 2006; Chaparro-Herrera *et al.*, 2013).

Lamentablemente, solo un 20 % del área se encuentra protegida bajo alguna figura de conservación de biodiversidad (Franco *et al.*, 2009; Collazos-González & Echeverry-Galvis, 2017), considerándose una región vulnerable a la presión humana (Etter *et al.*, 2017; <http://datazone.birdlife.org>). En el área aún se encuentran remanentes de bosque seco tropical (BST), un ecosistema fuertemente amenazado por la fragmentación y consecuente pérdida de hábitat, lo que en última instancia afecta a las especies con algún grado de vulnerabilidad (Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2005; Miles *et al.*, 2006; Portillo-Quintero *et al.*, 2010; Pizano *et al.*, 2014). Esta condición ha llevado a que extensas áreas del cañón se transformen, amenazando los hábitats y las especies que lo habitan (Delgadillo-Méndez & Delgadillo-Méndez, 2013), y alterando, además, el suministro de agua para las poblaciones humanas de la región. Estos factores y limitantes hacen prioritario el establecimiento de estrategias integrales que protejan sus valores ecológicos y culturales (Delgadillo-Méndez & Delgadillo-Méndez, 2013).

A pesar de la marcada estacionalidad en su precipitación y las fuertes presiones antrópicas que han sufrido sus ecosistemas, aún es posible observar en el cañón numerosas especies que merecen ser conservadas, por el aporte que pueden tener a la funcionalidad de los mismos (Albesiano & Fernández, 2006; Valencia-Duarte *et al.*, 2012; Etter *et al.*, 2017). En el cañón se pueden

encontrar remanentes de vegetación en los cuales hay especies de aves endémicas y amenazadas, entre las cuales se encuentran dos especies focales: el cucarachero de Nicéforo (*Thryophilus nicefori*) y el colibrí amazilia ventricastaño (*Amazilia castaneiventris*) (Cortés-Herrera *et al.*, 2016; Collazos-González & Echeverry-Galvis, 2017). No obstante, a pesar de las condiciones únicas de este territorio, la información disponible acerca de la ecología de sus aves es escasa, de modo que es necesario continuar construyendo conocimiento en este tema y, así plantear herramientas para reducir la vulnerabilidad de las especies (Pizano *et al.*, 2014, Collazos-González & Echeverry-Galvis, 2017).

En el Cañón del Chicamocha se han llevado a cabo algunos estudios publicados e inéditos que aportan a la comprensión de su avifauna (Valderrama, 2005, Chaves-Portilla & Cortés-Herrera, 2006; Vargas, 2007; Valderrama *et al.*, 2008; Parra *et al.*, 2010; Gómez & Robinson, 2014; Collazos-González, 2015, Collazos-González, 2016; Collazos-González & Echeverry-Galvis, 2017; Zuluaga-Carrero, 2017; Rico-Guevara, 2018; Orozco-Romero, 2018). Estos estudios permitieron construir el presente listado de especies y reconocer las áreas en las cuales hay mayores necesidades de investigación, así como identificar otras áreas de importancia que podrían requerir acciones concretas de conservación y restauración. Finalmente, esperamos que esta revisión adicione de forma relevante conocimiento a un territorio que está nominado a ser Patrimonio de la Humanidad (UNESCO, 2012), aportando información notable sobre el estado actual de su avifauna.

## Materiales y métodos

### Área de estudio.

El Cañón del Chicamocha se encuentra ubicado en la vertiente occidental de la cordillera Oriental de los Andes colombianos, entre los departamentos de Boyacá y Santander (Figura 1). Se extiende de sur a norte y pertenece al sistema occidental de la cuenca hidrográfica del río Magdalena (Franco *et al.*, 2009). Hace parte de la provincia biogeográfica de valle medio del río Chicamocha, incluida en el distrito del Cañón del Chicamocha de la provincia geográfica norandina, región árida aislada que estuvo antiguamente unida con

las sabanas y bosques secos del valle de Magdalena y el Caribe (Hernández-Camacho *et al.*, 1992). Formado hace 46 millones de años, el Cañón del Chicamocha es uno de los 58 centros de endemismo del país, y cubre alrededor de 3342 km<sup>2</sup> en una longitud de 244 km (UNESCO, 2012; Etter *et al.*, 2017). Es uno de los enclaves secos más extensos de Colombia y contiene la mayor cantidad de especies de flora y fauna endémicas en zonas xerofíticas y subxerofíticas (Díaz-Merlano & Robertson, 2013).

En este enclave árido interandino predominan las pendientes fuertes y suelos pedregosos superficiales que presentan procesos avanzados de erosión (Guzmán, 2015; Camargo-Ponce & Agudelo-Álvarez, 2017). El clima está fuertemente afectado por la topografía, en la cual hay valles con una profundidad aproximada de dos kilómetros hacia la localidad del Tabacal y laderas de hasta 71° de inclinación en otras localidades (Díaz-Merlano, 2013; Guzmán, 2015). Según la clasificación de Caldas-Lang (1962) comprende los pisos climáticos cálido árido en zonas bajas, cálido semiárido en alturas medias y templado semihúmedo en sus partes altas (Camargo-Ponce & Agudelo-Álvarez, 2017). En las partes bajas en el bosque muy seco se registran precipitaciones entre 100 y 500 mm y en bosque seco entre 1000 y 2000 mm, con temperaturas que oscilan entre 24 y 32°C; además, en las partes húmedas (>1500 m s. n. m.) las temperaturas pueden estar entre 20 y 24 °C (Albesiano *et al.*, 2003; Valencia *et al.*, 2012). Su estacionalidad está marcada por la distribución de lluvias, siendo los meses de octubre y noviembre los más húmedos del año (Guzmán, 2015).

La vegetación caducifolia del cañón se caracteriza por poseer plantas con hojas pequeñas, con uno o dos estratos de follaje, por lo que la capacidad de retención de humedad es limitada (Albesiano & Rangel, 2006; Camargo-Ponce & Agudelo-Álvarez, 2017). Predominan coberturas vegetales de matorrales microfilocrasicaule, matorrales nanófilos y pastizales áridos (Albesiano *et al.*, 2003), comprende cinco zonas de vida principales: bosque seco tropical (Bs-T), bosque muy seco tropical (Bms-T), monte espinoso premontano (me-PM), bosque seco premontano (Bs-PM) y bosque húmedo premontano (Bh-PM; Holdridge, 1987). El área de estudio comprende un rango altitudinal entre los 300 m s. n. m. del río Suárez y Chicamocha, hasta los 1904 m s. n. m. en las cotas más altas en la Mesa de

Xéridas en Los Santos, Santander y Boavita (Boquerón), Boyacá (Figura 1 y Figura 2).

**Recolección de datos.** El listado se elaboró con datos obtenidos en varias localidades del cañón. Se realizó una síntesis de las observaciones hechas en diferentes localidades en esta región, en los años 2004 y 2008 (Cortés-Herrera, 2004; Cortés-Herrera, 2006; Valderrama *et al.*, 2008; Parra *et al.*, 2010) y en tres quebradas en la Mesa de Xéridas, en el departamento de Santander, en el año 2014 (Camargo-Ponce & Agudelo-Álvarez, 2017; Collazos-González & Echeverry-Galvis, 2017; Zuluaga-Carrero, 2017; Figura 1 y Tabla 1).

Adicionalmente esta revisión está basada en la investigación de Zuluaga-Carrero (2017) y Collazos-González & Echeverry-Galvis (2017), quienes obtuvieron una representatividad de muestreo del 94% y 79% para el municipio de Los Santos. En estos estudios se hicieron observaciones directas en campo, acompañadas con registros auditivos y, como método complementario, en algunas localidades se utilizaron redes de niebla con 18 900 metros/hora/red (Collazos-González & Echeverry-Galvis, 2017).

Con el fin de complementar el listado, revisamos información secundaria (Gómez & Robinson, 2014; Collazos-González, 2015; Collazos-González, 2016; Rico-Guevara, 2018; Orozco-Romero, 2018), e informes técnicos de organizaciones no gubernamentales (Serrano *et al.*, 2009; Ciri *et al.*, 2011; Melo *et al.*, 2012; Pardo & Moreno-Arias, 2018).

Adicionalmente, revisamos las bases de datos del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH, 2017), del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN, 2019), del Global Biodiversity Information Facility GBIF (Montealegre, 2018) y el portal web Xenocanto Foundation (Xenocanto, 2019; Tabla 1). Los registros se validaron verificando su distribución espacial y altitudinal, soportando algunos registros con audios o fotografías, para así determinar con certeza la presencia de la especie en el área de estudio. El listado fue ordenado filogenéticamente siguiendo la clasificación sugerida por el Comité de Clasificación de Aves de Sur América (SACC, 2019) y posteriormente corroborado con las guías y listados de aves de Colombia (Hilty & Brown 1986; Avendaño *et al.*, 2017; Ayerbe-Quiñones, 2018) y conversaciones personales con observadores expertos del país.

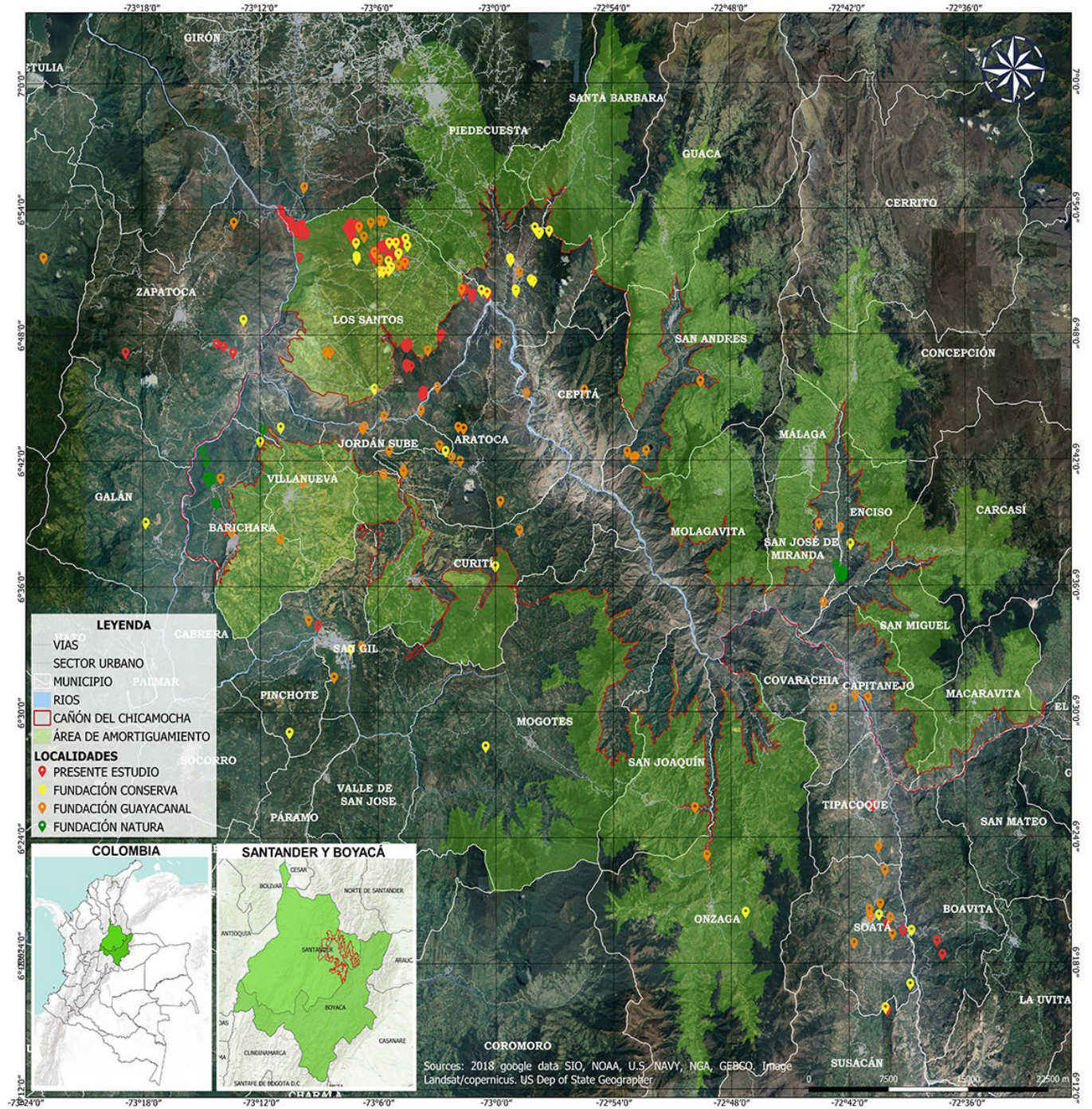


Figura 1. Localidades en las que se han realizado investigaciones sobre la avifauna del Cañón del Chicamocha, Colombia.



**Figura 2.** Paisajes de algunas localidades de estudio visitadas en el Cañón del Chicamocha, Colombia. Santander: A, Jordán-Los Santos; B, Los Fríos-Los Santos; C, La Purnia-Los Santos; D, La Mojarrá-Los Santos. Boyacá: E y F, Soatá. Fotografías: Juliana Zuluaga-Carrero y Oswaldo Cortés-Herrera.



**Tabla 1.** Localidades con registros de aves en el Cañón del Chicamocha, Colombia. Se incluye tanto la información de las bases de datos del presente estudio como otras localidades consultadas en: A, Instituto de Ciencias Naturales - ICN; B, Instituto Alexander von Humboldt - IAvH; C, Xeno-canto; D, Global Biodiversity Information Facility - GBIF.

Municipio	Latitud	Longitud	Rango de elevación	Base de datos
Aratoca	6.4446	-73.3190	900	Presente estudio y A
Barichara	6.6403	-73.2245	750-1300	Presente estudio, C y D
Boavita	6.1903	-72.3731	1660-1904	Presente estudio, A y D
Butaregua	6.3955	-73.1413	1300-1400	Presente estudio
Curití	6.3654	-73.0000	1300-1500	Presente estudio
Encino	6.3627	-72.4213	1350-1480	Presente estudio
Galán	6.3912	-73.1750	900-950	Presente estudio
Jordán	6.4224	-73.0231	400-450	Presente estudio
Los Santos	6.8846	-73.1690	313-1649	Presente estudio, C y D
Mogotes	6.2819	-73.0231	1700-1750	Presente estudio
Onzaga	6.2024	-72.4716	1900-1953	Presente estudio
Pescadero	6.4959	-73.0000	600	Presente estudio y A
Piedecuesta	6.5919	-73.0301	1000-1100	Presente estudio, A y B
Pinchote	6.2859	-73.1031	1100-1131	Presente estudio
San Gil	6.3462	-73.9437	1168-1200	Presente estudio, B y C
Soatá	6.1934	-72.3915	1428-1639	Presente estudio, A, C y D
Susacón	6.1542	-72.4044	1770-1800	Presente estudio
Tipacoque	6.2528	-72.4046	1840-1900	Presente estudio
Villanueva	6.4333	-73.1056	300-1450	Presente estudio
Zapatoca	6.8901	-73.1769	317-1011	Presente estudio y C

Las especies con rango restringido las clasificamos de acuerdo a su estatus de endemismo (Chaparro-Herrera *et al.*, 2013), como Endémica de Colombia (E) o Casi endémica de Colombia (CE). Los hábitos de migración y residencia fueron asignados según las características de orientación geográfica sugeridas por Naranjo *et al.* (2012) y Avendaño *et al.* (2017). Adicionalmente se añadieron al listado los nombres comunes en español según la plataforma web Avibase (2019).

## Resultados

Se agruparon todos los registros de las especies correspondientes a 20 municipios (Tabla 1 y Figura 1). El

municipio que contó con el mayor número de registros fue Los Santos, mientras que los municipios de Curití, Galán, Jordán, Mogotes, Onzaga, Pinchote, Tipacoque y Villanueva, cuentan con el menor número de observaciones. Se obtuvo un total de 291 especies para el Cañón del Chicamocha (Anexo 1), incluidas en 20 órdenes, 50 familias y 216 géneros. La avifauna está compuesta por 238 especies residentes, 53 especies migratorias, 51 de ellas migrantes latitudinales-transcontinentales boreales y dos australes, así como 20 especies que migran local y altitudinalmente (Naranjo *et al.*, 2012).

Se registraron siete especies endémicas y doce casi endémicas, ocho de ellas en alguna categoría de amenaza a nivel nacional y mundial; dos Casi Amenazadas, cuatro Vulnerables, una En Peligro y una En Peligro Crítico (Renjifo *et al.*, 2016).

Las familias mejor representadas fueron Tyrannidae (49 especies, 16.2 %), Thraupidae (25, 8.8 %), Trochilidae (25, 8.8 %) y Parulidae (18, 6.1 %). Dentro de estas familias las especies con el mayor número de registros para el Cañón del Chicamocha, tanto en las investigaciones realizadas por los autores, como en las fuentes secundarias consultadas y bases de datos, fueron: *Amazilia castaneiventris*, *Campylorhynchus griseus*, *Columbina talpacoti*, *Crotophaga ani*, *Dendroplex picus*, *Leptotila verreauxi*, *Momotus subrufescens*, *Myiarchus apicalis*, *Myiozetetes cayanensis*, *Setophaga pitiayumi*, *Stelpnia vitriolina*, *Thraupis episcopus*, *Thraupis palmarum*, *Tiaris bicolor*, *Todirostrum cinereum* y *Troglodytes aedon*. Se encontró un menor número de registros para aves de hábitos nocturnos y especies acuáticas, lo que está relacionado con los limitados muestreos nocturnos, así como también con los pocos cuerpos de agua presentes en el área de estudio (Anexo 1).

## Discusión

El listado de especies obtenido en esta revisión representa el 15 % de las especies registradas para Colombia (Avenidaño *et al.*, 2017). El número de especies registradas hasta el momento para el Cañón del Chicamocha era de 104 (Parra *et al.*, 2010), cifra que se incrementa considerablemente con el presente estudio alcanzando casi el triple de las especies. Así mismo, al comparar este listado con lo reportado para otros bosques secos en el país, encontramos que, se comparte un 70% de las especies de los valles interandinos en el departamento del Tolima, en donde se registran un total de 297 especies. De igual manera, en este listado se reporta el doble de las especies que han sido registradas para las franjas de bosque seco tropical entre los departamentos de Cundinamarca, Huila y Tolima, que documentan 145 especies (Gómez & Robinson, 2014), un 37.7 % más de las especies que han sido reportadas para el bosque seco tropical en el departamento del Cauca, con 212 especies (Ayerbe-Quiñones & López-O, 2011), un 52% más de las especies reportadas recientemente para el bosque seco tropical de Norte de Santander, con 140 especies, y un 53% más de las especies reportadas para el sur del Valle del Magdalena, con 127 especies (Avenidaño *et al.*, 2018; Espejo & Morales, 2019). Considerando dichas cifras, se puede decir que el Cañón del Chicamocha es una de las regiones de bosque seco tropical más diversas en avifauna.

Al revisar los registros de los 20 municipios, se observaron especies que se encuentran en peligro de extinción en el país, como el colibrí amazilia ventricastaño (*A. castaneiventris*), especie categorizada En Peligro (EN) (Renjifo *et al.*, 2016). Aunque esta especie es una de las que tuvieron un mayor número de registros, su distribución se restringe al área de estudio. Este colibrí fue redescubierto en el año 2003 en el municipio de Soatá, departamento de Boyacá (Cortés-Herrera, 2004). Para entonces, se desconocían sus rasgos de historia de vida, como preferencias alimenticias, requerimientos de hábitat, ecología y comportamiento. En algunos estudios, los registros de la especie permitían establecer un rango de distribución entre 850 y 2220 m s.n.m (Parra *et al.*, 2010). Sin embargo, a partir de los registros obtenidos en este estudio y las observaciones que se han hecho, particularmente en la localidad de Los Santos, deducimos que esta especie se encuentra entre 120 y 2230 m s.n.m.

De igual manera encontramos registros para el cucarachero de Nicéforo (*T. nicefori*), especie categorizada en Peligro Crítico (CR) (Renjifo *et al.*, 2016), contando con un número limitado de registros en el área de estudio. De esta especie endémica del cañón, hace unos años solo se conocía una población de pocos individuos en el municipio de San Gil, Santander (Valderrama *et al.*, 2005; Parra *et al.*, 2010), y según Collar *et al.* (1992) se estimaba que su rango altitudinal podría encontrarse entre 1050 y 1250 m s. n. m. En estudios más recientes, la especie ha sido registrada con mayor frecuencia en las zonas húmedas de los escarpes rocosos y los bosques de cañada de las laderas del cañón (Parra *et al.*, 2016; Collazos-González & Echeverry-Galvis, 2017), así como también hacia los bosques más húmedos de Zapatoca (Zuluaga-Carrero obs. pers). Esta información nos permite, por una parte confirmar la distribución de la especie en la localidad de San Gil, y por otra, indicar la extensión hacia las localidades de Los Santos, Galán, Zapatoca y Barichara, registros con los que planteamos una posible ampliación en su rango de distribución altitudinal a zonas más secas, que estaría desde los 680 hasta los 2100 m s. n. m.

Igualmente, en este extenso territorio hay otras especies endémicas para el país, entre ellas la guacharaca colombiana (*Ortalis columbiana*), el colibrí amazilia frentiazul (*Amazilia cyanifrons*), el atrapamoscas apical (*Myiarchus apicalis*) y la subespecie de cucarachero chupahuevos (*Campylorhynchus griseus bicolor*; Chaparro-Herrera *et al.*, 2013; Figura 3).

Otras subespecies de interés para la conservación son el pinzón alidorado (*Arremon schlegeli canidorsum*) y el turpial guajiro (*Icterus icterus ridgwayi*), que actualmente enfrentan un declive en sus poblaciones por pérdida y fragmentación de hábitat, y se encuentran en categoría Vulnerable (VU) (Renjifo *et al.*, 2016). El pinzón alidorado es frecuentemente registrado en matorrales subxerofíticos en las laderas de los ríos Suárez, Chicamocha y Sogamoso; mientras que el turpial guajiro se observa constantemente en zonas secas de la Mesa de Xéridas en el municipio de los Santos y Piedecuesta, entre la cuenca media de los ríos Chicamocha y Sogamoso, alimentándose de especies de cactus como la pitahaya (*Cereus hexagonus*), el turmeperro (*Opuntia stricta*), el tuno (*Opuntia schumannii*) y el cardón (*Stenocereus griseus*) (Beltrán *et al.*, 2016; Espejo *et al.*, 2016; Zuluaga-Carrero, 2017; S. Collazos obs. pers).

También, registramos especies casi endémicas, como periquito de anteojos (*Forpus conspicillatus*), zumbador ventriblanco (*Chaetocercus heliodor*), esmeralda de pico rojo (*Chlorostilbon gibsoni*), esmeralda colicorta (*Chlorostilbon poortmani*), amazilia verdiazul (*Amazilia saucerrottei*), ala de sable violeta (*Campylopterus falcatus*), batará crestibarrado (*Thamnophilus multistriatus*), tångara dorsirroja (*Ramphocelus dimidiatus*), tångara matorralera (*Stilpnia vitriolina*), gorrión montés cabecinegro (*Arremon atricapillus*), reinita gorgigrís (*Myiothlypis cinereicollis*) y jilguero andino (*Spinus spinescens*; Chaparro-Herrera *et al.*, 2013; Avendaño *et al.*, 2017).

Registramos 51 especies de migrantes transcontinentales del norte, destacándose la presencia del pibí boreal (*Contopus cooperi*) y la reinita cerúlea (*Setophaga cerulea*), migrantes boreales que se encuentran dentro de las categorías Casi Amenazada (NT) y Vulnerable (VU), respectivamente (BirdLife International, <https://www.birdlife.org/>). De otro lado, solo obtuvimos registros de dos especies australes, el fiofío piquicorto (*Elaenia parvirostris*) y la tijereta sabanera (*Tyrannus savana*) (Naranjo *et al.*, 2012).

Sobresale la presencia de poblaciones estables del atrapamoscas risquero (*Hirundinea ferruginea*) en zonas de altos escarpes que rodean el Cañón entre los 1300 y 1700 m s. n. m. (S. Collazos obs. pers; J. Zuluaga-Carrero obs. pers; Lopera-Salazar & Chaparro-Herrera, 2017) y observaciones del águila paramuna (*Geranoaetus albicaudatus*) a 1495 m s. n. m. en los escarpes de la Mesa de Xéridas (Parra *et al.*, 2010; S. Collazos obs. pers; F.

Ayerbe com. pers), registros muy por debajo de su rango de elevación para el país.

Encontramos un mayor número de localidades muestreadas en la literatura en el municipio de Los Santos, en el cual se registran el mayor número de especies, lo que probablemente sea resultado de un mayor esfuerzo de muestreo. En esta localidad se resaltan características como la heterogeneidad del paisaje, la diversidad de coberturas presentes a través de su gradiente altitudinal y la accesibilidad, que facilitan su estudio (Figura 2). Por otra parte, se debe continuar haciendo investigación en las localidades de Curití, Galán, Jordán, Mogotes, Onzaga, Peña Colorada, Pinchote, Tipacoque y Villanueva, en las cuales se encuentra un menor número de observaciones.

Las investigaciones realizadas por diferentes organizaciones estuvieron dirigidas al levantamiento de información de línea base de biodiversidad en varias zonas del Cañón del Chicamocha, muchas de ellas con el objeto de consolidar sitios de importancia para la conservación de la flora y fauna regional, teniendo como estrategia la creación de áreas protegidas (Parra *et al.*, 2010). Se destacan los estudios para la declaración del Cañón del Chicamocha como área natural protegida, en jurisdicción de los municipios de Enciso, Capitanejo y San José de Miranda; la declaración de una área protegida de carácter público-regional y la formulación del plan de manejo del distrito de manejo integrado cañón del río Chicamocha en la subcuenca del río Umpalá, cuya información brinda oportunidades para la conservación de sus hábitats (Serrano *et al.*, 2009; Ciri *et al.*, 2011; Melo *et al.*, 2012). No obstante, aún con estos trabajos las áreas protegidas dentro del Cañón siguen siendo mínimas para proteger especies focales y principalmente para el bosque seco tropical, el ecosistema más amenazado del país (Miles *et al.*, 2006; Pizano *et al.*, 2014; Etter *et al.*, 2017).

Recientemente, se han llevado a cabo proyectos a distintas escalas, relacionados principalmente con la presión de transformación del área y su efecto en la riqueza de aves de la región (Camargo-Ponce & Agudelo-Álvarez, 2017; Pardo & Moreno-Arias, 2018). A partir de ellos, se han podido plantear como factores determinantes de la no persistencia de la avifauna, los procesos de erosión y escasez de agua, presiones antrópicas y la variabilidad ocasionada por el cambio climático (Collazos-González, 2016; Camargo-Ponce & Agudelo-Álvarez, 2017; Orozco-Romero, 2018). Los proyectos mencionados han permitido plantear e implementar



**Figura 3.** Especies focales de aves importantes para la conservación en el Cañón del Chicamocha, Colombia. A, cucarachero de Nicéforo (*Thryophilus nicefori*); B, amazilia ventricastaño (*Amazilia castaneiventris*); C, turpial guajiro (*Icterus icterus*); D, pinzón alidorado (*Arremon schlegeli canidorsum*); E, cucarachero chupahuevos (*Campylorhynchus griseus bicolor*). Fotografías: Sergio A. Collazos-González.

iniciativas de manejo y uso, estrategias de restauración ecológica y monitoreos de biodiversidad (Collazos-González, 2015; Collazos-González, 2016; Camargo-Ponce & Agudelo-Álvarez, 2017; Orozco-Romero, 2018). Es necesario ampliar la información, dirigiendo esfuerzos hacia el conocimiento ecológico e historia natural de las especies focales, con el objeto de disminuir sus amenazas (Piñeros-Quiceno, 2017). Asimismo, estas iniciativas deben incluirse en diferentes escenarios e instrumentos de planificación a partir de proyectos de educación ambiental y participación comunitaria (Hoyos *et al.*, 2019).

Como lo definen Renjifo *et al.* (2016) y Piñeros-Quiceno (2017) es el momento de implementar iniciativas de gran alcance para llenar los vacíos en la representación de la biodiversidad, con el fin de garantizar la supervivencia de las especies amenazadas, incluyendo mayores esfuerzos en la creación de áreas protegidas en hábitats poco representados, como los bosques secos del valle del río Chicamocha, considerados AICA, y que cuenta con especies de aves prioritarias para la conservación (Franco *et al.*, 2009). Proponemos que se inicien prioritariamente planes de manejo en las especies focales mencionadas, los cuales pueden ser desarrollados desde la academia, organizaciones locales, autoridades ambientales y ONGs. Igualmente, para que su divulgación y protección sea efectiva, se plantea el aviturismo comunitario rural como estrategia de construcción de oportunidades económicas y espacios para la conservación participativa de la avifauna del cañón (Maldonado *et al.*, 2016). Dentro del marco de la iniciativa global Alianza para la Cero Extinción (ACE) y el AICA, consideradas como Áreas Clave para la Biodiversidad, se tendría un mayor alcance para dirigir iniciativas de conservación y manejo de hábitats, lo que aportaría al mantenimiento de los últimos remanentes de las poblaciones de especies evaluadas, como *T. nicefori* y *A. castaneiventris* (Cáceres *et al.*, 2015; Piñeros-Quiceno, 2017).

El cañón del Chicamocha es un epicentro para comprender cómo la avifauna se mantiene en condiciones climáticas extremas y constantes presiones antrópicas. El cañón es potencialmente una de las áreas más diversas del país con remanentes de bosque seco, siendo prioritario establecer una figura regional o nacional de conservación que brinde protección a su biodiversidad. De igual forma, al albergar especies focales, ofrece mayores retos para comprender el estado de sus poblaciones, ya que con nuestros registros hemos evidenciado cambios en su distribución vertical. Es preciso tomar medidas para la planeación y el ordenamiento del territorio,

incluyendo los actores que han configurado el paisaje actual y que influyen e inciden en la distribución y permanencia de las aves de esta región.

## Agradecimientos

Agradecemos a la Fundación Guaya canal, Fundación Conserva, Fundación Chimbilako y Ecopetrol por financiar gran parte del trabajo en campo de las investigaciones realizadas en el Cañón del Chicamocha. A los comentarios oportunos de los revisores anónimos y el equipo editorial. Reconocemos especialmente a todas las organizaciones públicas y privadas que con sus expediciones y estudios han permitido evidenciar y divulgar la biodiversidad de esta zona estratégica. Las capturas con redes de niebla se realizaron dentro del marco del permiso de estudio con fines de investigación científica Resolución 0284 de 2015 otorgado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

## Referencias

- Albesiano, S., Rangel-Ch, O. & Cadena, A. (2003). La vegetación del cañón del río Chicamocha. Santander-Colombia. *Caldasia*, 25(1), 73-99.
- Albesiano, S. & Rangel-Ch, O. (2006). Estructura de la vegetación del Cañón del río Chicamocha 500-1200 m; Santander, Colombia: una herramienta para la conservación. *Caldasia*, 28(2), 307-325.
- Avendaño, J., Bohórquez C., Rosselli, L., Arzuza-Buelbas, D., Estela, F., Cuervo, A., Stiles, G. & Renjifo, L. (2017). Lista de chequeo de las aves de Colombia: Una síntesis del estado del conocimiento desde Hilty & Brown (1986). *Ornitología Colombiana*, 16, eA01-2.
- Avendaño, J.E., López-O, J.P. & Laverde-R.O. (2018). Bird diversity of the Cúcuta valley (Colombia) and biogeographical affinities with dry forest avifaunas of northern South America. *Wilson Journal of Ornithology*, 130(1), 213-22.
- Avibase (2019). The World Bird Database [Version online]. Available in: <https://avibase.bsc-eoc.org>. Cited 10oct 2019. <https://doi.org/10.1676/16-016.1>
- Ayerbe-Quiñones, F. & López-O, J.P. (2011). Adiciones a la avifauna del valle alto del río Patía, un área interandina en el suroccidente de Colombia. *Boletín SAO*, 20, 1-17.
- Ayerbe-Quiñones, F. (2018). *Guía ilustrada de la avifauna colombiana*. Serie Avifauna Colombiana. Bogotá D.C.: Wildlife Conservation Society. 458 pp.

- Beltrán, M. G., Parra, J.E. & Delgadillo, A. (2016). Arremon schlegeli. En Renjifo, L., Amaya-Villarreal A., Burbano-Girón, J. & Velásquez-Tibatá, J. (Eds). Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Pp 380-381. Bogotá D.C.: Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.
- Cáceres, L. F., Moreno, C., Murillo, J. A. & Briceño, E. R. (Eds.). (2015). *Aves Amenazadas en el departamento de Santander. Estrategia regional para su conservación*. San Gil, Colombia: Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS).
- Camargo-Ponce de León, G. & Agudelo-Álvarez, L. (2017). Lectura de un paisaje estratificado: propuesta de restauración basada en el ordenamiento multiescala de las cañadas en la mesa de Xéridas, Santander, Colombia. *Biota Colombiana*, 18(2), 35-59. <https://doi.org/10.21068/c2017v18s01a02>
- Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M., Córdoba-Córdoba, S. & Sua-Becerra, A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Biota Colombiana*, 14(2), 113-150.
- Chaves-Portilla, G. & Cortés-Herrera, O. (2006). Nueva localidad para la quincha de Soatá (*Amazilia castaneiventris*) en el municipio de San Gil, Santander, Colombia. *Boletín Sociedad Antioqueña de Ornitología*, 16, 1-6.
- Ciri, F., Saénz, F., Delgadillo, A., Ardila, F., Salamanca, R., Suescún, H. & Díaz, E. (2011). Formulación del plan de manejo del distrito de manejo integrado cañón del río Chicamocha en la subcuenca del río Umpalá. Bogotá D.C.: Fundación Natura, CD-B - Programa Conserva Colombia- FPAA, TNC, Fundación Neotropical.
- Collar, N. J., Gonzaga, L. P., Krabbe, N., Madroño, A., Naranjo, L. G., Parker III, T. A. & Wege, D. (1992). *Threatened Birds of the Americas: The IUCN/ICBP Red Data Book*. Cambridge, U.K.: International Council for Bird Preservation.
- Collazos-González, S. A. (2015). *Caracterización de la Avifauna presente en la Estación Biológica Guaya canal*. (Informe técnico). Los Santos, Santander: Fundación Estación Biológica Guaya canal. 56 pp.
- Collazos-González, S. A. (2016). *Caracterización de la Avifauna presente en la Estación La Ceiba para la evaluación de procesos de restauración ecológica*. (Informe técnico). Los Santos, Santander: Fundación Estación Biológica Guaya canal. 48 pp.
- Collazos-González, S. & Echeverry-Galvis, M. (2017). Comunidad de aves del bosque seco tropical en la mesa de Xéridas, Santander, Colombia. *Ornitología Neotropical*, 28, 223-235.
- Cortés-Herrera, J. O., Hernández, A. J. & Briceño, E. A. (2004). Redescubrimiento del colibrí *Amazilia castaneiventris*, una especie endémica y amenazada de Colombia. *Ornitología Colombiana*, 2, 47-49.
- Cortés-Herrera, J. O. (2006). *Aspectos ecológicos y de historia natural de Amazilia castaneiventris en Soatá (Boyacá)*. (Trabajo de grado). Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ciencias y Educación, Licenciatura en Biología. 56 pp.
- Cortés-Herrera, J. O., Hernández-Jaramillo, A., Chaves-Portilla, G., Villagrán-Chavarro, X. & Castellanos-Millán, A. (2007). Nuevos registros de poblaciones de aves amenazadas en Soatá (Boyacá), Colombia. *Cotinga*, 27, 74-77.
- Cortés-Herrera, J. O., Chaves-Portilla, G. & Hernández-Jaramillo, A. (2016). *Amazilia castaneiventris*. En Renjifo, L., Amaya-Villarreal, A., Burbano-Girón, J. & Velásquez-Tibatá, J. (Eds). *Libro rojo de aves de Colombia*, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Pp 223-226. Bogotá D.C.: Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.
- Delgadillo-Méndez, C. J. & Delgadillo-Méndez, D. A. (2013). El cañón del Chicamocha: más que turismo, una reflexión sobre su biodiversidad. *Revista Biodiversidad Colombia* 1: 29-38.
- Díaz-Merlano, J. & Robertson, K. (2013). *Cañones de Colombia*. Cali, Colombia: Banco de Occidente Credencial. iM Editores. 196 pp.
- Espejo, N. R., Zuluaga-Bonilla, J. E. & Amaya-Villarreal, A. A. (2016). *Icterus icterus*. En Renjifo, L., Amaya-Villarreal, A., Burbano-Girón, J. & Velásquez-Tibatá, J. (Eds). *Libro rojo de aves de Colombia*, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Pp 401-404. Bogotá D.C.: Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.
- Espejo, N. & Morales, N. (2019). Variación de la diversidad taxonómica y funcional de la avifauna en un bosque seco tropical (bs-T) en diferentes estados de sucesión en el sur del Valle del Magdalena, Huila, Colombia. *Caldasia*, 41(1), 108-123. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v41n1.71272>
- Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., Amaya, P. & Arévalo, P. (2017). *Estado de los Ecosistemas Colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de*

- Ecosistemas* (Vers2.0). Informe Final. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional Colombia. 138 pp.
- Franco, A., Devenish, C., Barrero, M. & Romero, M. (2009). Colombia. En Devenish, C., Díaz, D., Clay, R., Davidson, I. & Yépez, I. (Eds.). *Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation*. Pp 135-148. Quito, Ecuador: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16).
- Gómez, J. & Robinson, S. (2014). Aves del bosque seco tropical de Colombia: las comunidades del valle alto del río Magdalena. En Pizano, C. & García, H. (Eds.). *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Pp. 95-128. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Guzmán, G. (2015). The Chicamocha River Canyon. En Hermelín, M (Ed.). *Landscapes and Landforms of Colombia*. Pp. 73-83 Cambridge, UK: Springer International Publishing.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-11800-0\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-11800-0_6)
- Hernández-Camacho, J. I., Hurtado, A., Ortiz, R. & Walschburger, T. (1992). Centros de endemismo en Colombia. En Halfpeter, G. (Ed.). *La diversidad biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana*. Vol. Esp. 1992. Pp. 175-190. Xalapa, México: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, A.C.
- Hernández-Jaramillo, A., Cháves Portilla, G., Villagrán-Chavarro, X., Castellanos-Millán, A. & Cortés-Herrera, O. (2007). Estado y distribución actual de la Quincha de Soatá (*Amazilia castaneiventris*) especie endémica y en peligro crítico. Trabajo presentado en Programa y Libro de Memorias II congreso de Ornitología, Bogotá D.C., Colombia.
- Hilty, S. & Brown, W. (1986). *A guide to the birds of Colombia*. New Jersey, USA: Princeton University Press, Princeton. 1030 pp.
- Holdridge, L. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 216 pp.
- Hoyos, M. A., Naranjo, L. G., Guerrero, J., Guevara, O., Suárez, C. F. & Prüsmann, J. (2019). Conservación de la biodiversidad en un contexto de clima cambiante: experiencias de WWF Colombia en los últimos diez años. *Biodiversidad en la Práctica*, 4(1), 111-140. Instituto Alexander von Humboldt -IAvH-. (2017). Colección de Aves de Colombia del Instituto. [Versión 6.0]. Disponible en: <http://i2d.humboldt.org.co/>.
- ICN. Instituto Nacional de Ciencias Naturales. (2019). Colección en línea de aves. Disponible en: <http://www.biovirtual.unal.edu.co/en/collections>.
- López-Lanús, B. & Cadena, C. D. (2002). *Thryothorus nicefori*. En Renjifo, L. M., Franco- Maya, A. M., Amaya-Espinel, J. D., Kattan, G. & López-Lanús, B. (Eds.). Libro rojo de aves de Colombia. Pp 375-378. Bogotá D.C.: Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente.
- Lopera-Salazar, A. & Chaparro-Herrera, S. (2017). Distribución del atrapamoscas roquero (*Hirundinea ferruginea*) en Colombia y nuevas localidades en la cordillera oriental. *Boletín Sociedad Antioqueña de Ornitología*, 26, 1 & 2, 14-18.
- Maldonado, J., Moreno-Sánchez, R., Espinoza, S., Bruner, A., Garzón, N. & Myers, J. (2016). Resumen del estudio, La paz es mucho más que palomas: Beneficios económicos del acuerdo de paz en Colombia a partir del turismo de observación de aves. Bogotá D.C.: Conservation Strategy Fund. Serie Técnica N° 46.
- Melo, A., Ciri, F., Ramírez, A., Delgadillo, A., Díaz, C., Sáenz, F., Buitrago, C., Medina, C., Herrera, C., García, C., Parra, M., Alegría, F. & Solano, C. (2012). Estudio para la declaración de un área protegida de carácter público - regional en el sector de bosque seco del cañón del Chicamocha en jurisdicción de los municipios de Enciso, Capitanejo y San José de Miranda, departamento de Santander. Bogotá D.C.: Fundación Natura - Programa Conserva Colombia - FPAA - TNC. 131 pp.
- Meyer de Schauensee, R. (1946). A new species of wren from Colombia. *Notulae Naturae*, 182.
- Miles, L., Newton, A., De Fries, R., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V. & Gordon, J. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, 33, 491-505.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01424.x>
- Montealegre, C (2018). Aves Bosque Seco Chicamocha. [Versión 2.0]. Fundación Natura Colombia. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15472/g0tc1y> accessed via GBIF.org citado el 05 mar 2019.
- Naranjo, L., Amaya-Espinel, J., Eusse-González, D. & Cifuentes-Sarmiento, Y. (2012). *Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia*. Volumen I: Aves. Bogotá D. C.: WWF-Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 707 pp.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - UNESCO. (2012). Cultural Landscape of the Lower Basin of the Chicamocha River [serial online] Disponible en: <https://whc.unesco.org/en/tentativelists/5757>.

- Orozco-Romero, D. (2018). *¿Las perchas artificiales simples para aves aumentan la lluvia de semillas en un pastizal del Bosque Seco Tropical en la Mesa de los Santos, Santander, Colombia?* (Trabajo de grado). Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. 48 pp.
- Pardo, M. E. & Moreno-Arias, R. (Eds). (2018). *El enclave seco del cañón del Chicamocha: biodiversidad y territorio*. Bogotá D.C.: Fundación Natura. 192 pp.
- Parra, J. E., Beltrán, L. M., Delgadillo, A. & Valderrama, S. (2010). *Project Chicamocha II: Saving threatened dry forest biodiversity*. (Final report). Bogotá D. C.: Conservation Leadership Programme. Disponible en: <http://www.conservationleadershipprogramme.org/>
- Parra, J. E., Valderrama, S., Delgadillo, A. & Beltrán, L. M. (2016). *Thryophilus nicefori*. En Renjifo, L., Amaya-Villarreal, A., Burbano-Girón, J. & Velásquez-Tibatá, J. (Eds). *Libro rojo de aves de Colombia*, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Pp 358-361. Bogotá D.C.: Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.
- Pennington, T., Gwilyn, P. & Ratter, J. (2006). An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of neotropical savannas and seasonally dry forest. En Pennington, T., Gwilyn, P. & Ratter, J. (Eds) *Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests. Plant Diversity, Biogeography and Conservation*. Pp. 1-29. Boca Raton, Florida, USA: The Systematics Association. Special Volume Series 69. <https://doi.org/10.1201/9781420004496-1>
- Piñeros-Quiceno, A. M. (2017). *Incidencia de las listas rojas en la gestión para la conservación de las especies amenazadas a escalas global y nacional (Colombia)*. (Trabajo de grado) Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. 117 pp.
- Pizano, C., Cabrera, M. & García, H. (2014). Bosque seco tropical en Colombia; generalidades y contexto. En Pizano, C. & García, H. (Eds.). *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Pp. 36-47. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Portillo-Quintero, C. & Sánchez-Azofeifa, G. (2010). Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation*, 143, 144-155. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.09.020>
- Renjifo, L.M., Amaya-Villarreal, A., Burbano-Girón, J. & Velásquez-Tibatá, J. (2016). *Libro Rojo de Aves de Colombia. Volumen II. Ecosistemas Abiertos, Secos, Insulares, Acuáticos Continentales, Marinos, Tierras Altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y Bosques Húmedos del Centro, Norte y Oriente del País*. Bogotá D.C.: Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. 564 pp.
- Rico-Guevara, A. (2018). Diversidad de aves en bosques secos del cañón de los ríos Chicamocha y Suárez (Santander, Colombia). En Pardo, M. E. & Moreno-Arias, R. (Eds). *El enclave seco del cañón de Chicamocha: biodiversidad y territorio*. Pp. 16-22. Bogotá D.C.: Fundación Natura. 192 pp.
- SACC. (2019). South American Classification Committee. [Versión online]. Disponible en: <http://www.museum.lsu.edu>.
- Sánchez-Azofeifa, G., Quesada, M., Rodríguez, J., Nassar, J., Stoner K., Castillo A., Garvin T., Zent, E., Calco-Alvarado J., Kalacska M., Fajardo L., Gamon, J. & Cuevas-Reyes, P. (2005). Research Priorities for Neotropical Dry forests. *Biotropica*, 37(4), 477-485. <https://doi.org/10.1046/j.0950-091x.2001.00153.x-i1>
- Serrano, M., Pacheco, B., Gualdrón, J., Nieto, O., Sánchez, I., Acosta, A., Beltrán, C. & Gómez, F. (2009). *Estudio básico para la declaratoria de un área natural protegida en el cañón del Chicamocha, Jurisdicción CDMB, Bucaramanga, Colombia*. Bucaramanga, Colombia: Fundación para la conservación del patrimonio natural Biocolombia, Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga CDMB. 283 pp.
- Valderrama, S. V. (2005). *Contribución al conocimiento de la historia natural, ecología y hábitat del cucarachero de Nicéforo en un enclave seco del municipio de San Gil (Santander)*. (Tesis de grado). Bogotá D.C.: Universidad de Los Andes, Departamento de Biología. 48 pp.
- Valderrama, S. V., Parra, J. E., Dávila, N. & Mennill, D. J. (2008). Vocal behaviour of the critically endangered Niceforo's wren (*Thryothorus nicefori*). *The Auk*, 125, 395-401. <https://doi.org/10.1525/auk.2008.06249>
- Valderrama, S. V. & Páez, C. A. (2009). *Population status and ecological requirements of Niceforo's Wren in the Chicamocha Canyon, Colombia*. (Final report). Bogotá D.C.: Fundación Proaves, The Royal Society for the Protection of Birds. 78 pp.
- Valencia-Duarte, L., Trujillo, N. & Vargas, O. (2012). Dinámica de la vegetación en un enclave semiárido del río Chicamocha, Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2), 40-65.
- Vargas-Moreno, K. (2007). *Evaluación del estado taxonómico del cucarachero de nicéforo Thryothorus nicefori (Aves: Troglodytidae) mediante métodos morfológicos y genéticos*. (Tesis de grado). Bogotá D.C.: Universidad de los Andes. 46 pp.



- Xeno-canto. (2019). Portal web Xenocanto Foundation [Versión Online]. Disponible en: <https://www.xeno-canto.org>.
- Zuluaga-Carrero, J. (2017). *Diversidad composicional y funcional de aves en diferentes tipos de vegetación durante el periodo de lluvias en el enclave seco del Cañón del río Chicamocha – Santander*. (Trabajo de grado). Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. 88 pp.

**Anexo 1.** Listado taxonómico de las aves del Cañón del Chicamocha, Colombia.

Taxón	Nombre en Español	Categorías de residencia, endemividad y amenaza	Obs. Autores	Fuente	Bases de datos
<b>Tinamidae</b>					
<i>Nothocercus bonapartei</i> (Bonaparte, 1854)	Tinamú serrano		O.C		
<i>Crypturellus soui</i> (Hermann, 1783)	Tinamú chico		O.C		C
<b>Anatidae</b>					
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	Sirirí cariblanco		O.C		
<i>Anas discors</i> (Linnaeus, 1766)	Cerceta aliazul	Lat, Trans, Irp, Mb	S.C-O.C-J.Z	4, 17	
<b>Cracidae</b>					
<i>Chamaepetes goudotii</i> (Lesson, 1828)	Pava falciar		O.C		
<i>Penelope argyrotis</i> Bonaparte, 1856	Pava camata		S.C-O.C-J.Z	2, 4, 5, 23	C
<i>Ortalis columbiana</i> Hellmayr, 1906	Chachalaca colombiana	E	S.C-O.C-J.Z	2-5, 13, 15-17, 22, 23	C, D
<b>Odontophoridae</b>					
<i>Colinus cristatus</i> (Linnaeus, 1766)	Colín gorgiblanco		S.C-O.C-J.Z	4-6, 18, 22, 23	C, D
<b>Podicipedidae</b>					
<i>Podilymbus podiceps</i> (Linnaeus, 1758)	Zampullín picogrueso		O.C		
<b>Columbidae</b>					
<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	Paloma bravía	Int	S.C-O.C	4, 5	
<i>Patagioenas cayennensis</i> Bonnaterre, 1792	Paloma colorada		O.C		C
<i>Patagioenas subvinacea</i> (Lawrence, 1868)	Paloma vinoso	Alt, Loc, VU	O.C		C
<i>Geotrygon montana</i> (Linnaeus, 1758)	Paloma perdiz común		O.C		
<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	Paloma montaraz común		S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 22, 23	A, D
<i>Zenaida auriculata</i> (des Murs, 1847)	Zenaida torcaza		S.C-O.C-J.Z	4, 5, 15-17, 23	D
<i>Columbina passerina</i> (Linnaeus, 1758)	Columbina común		S.C-O.C-J.Z	5, 6, 15-17, 22, 23	A
<i>Columbina minuta</i> (Linnaeus, 1766)	Columbina menuda		S.C-O.C-J.Z	4-6, 15-17, 22, 23	C
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1809)	Columbina colorada		S.C-O.C-J.Z	2-6, 13, 15-17, 22, 23	C, D
<i>Claravis pretiosa</i> (Ferrari-Pérez, 1886)	Tortolita azulada		O.C		
<b>Cuculidae</b>					
<i>Crotophaga major</i> Gmelin, 1788	Garrapatero mayor		O.C-J.Z		A
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	Garrapatero aní		S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 22, 23	D

<i>Crotophaga sulcirostris</i> (Swainson, 1823)	Garrapatero asurcado		O.C-J.Z	17, 22	
<i>Tapera naevia</i> (Linnaeus, 1766)	Cuclillo crespín		S.C-O.C-J.Z	4, 5, 15-17, 22, 23	C, D
<i>Dromococcyx phasianellus</i> Pelzeln, 1870	Cuclillo faisán		O.C		
<i>Coccyua minuta</i> (Vieillot, 1817)	Cuco-ardilla menor		O.C-J.Z	17-19	
<i>Coccyua pumila</i> Strickland, 1852	Cuclillo enano		O.C		
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	Cuco-ardilla común		S.C-O.C-J.Z	2, 4, 5, 13, 15-17, 22, 23	D
<i>Coccyzus melacoryphus</i> Vieillot, 1817	Cuclillo canela		S.C	6	
<i>Coccyzus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	Cuclillo piquigualdo	Lat, Trans, Irp, Mb	S.C-O.C-J.Z	4, 6, 2, 17, 22	
<b>Nyctibiidae</b>					
<i>Nyctibius griseus</i> (Gmelin, 1789)	Biemparado común		S.C		
<b>Caprimulgidae</b>					
<i>Chordeiles minor</i> (Forster, 1771)	Añapero yanqui	Lat, Trans, Irp, Mb	O.C		
<i>Chordeiles acutipennis</i> (Hermann, 1783)	Chotacabras menor	Lat, Trans, Mb		19	
<i>Systellura longirostris</i> (Bonaparte, 1819)	Chotacabras serrana		O.C	4, 17, 18	C
<i>Nyctidromus albicollis</i> (Gmelin, 1789)	Chotacabras pauraque		S.C-J.Z	4-6, 15-17	C
<i>Hydropsalis cayennensis</i> (Gmelin, 1789)	Chotacabras coliblanco		S.C-J.Z	18	
<b>Apodidae</b>					
<i>Streptoprocne rutila</i> (Vieillot, 1817)	Vencejo cuellirrojo		S.C-J.Z	4, 5, 18, 19, 20	
<i>Streptoprocne zonaris</i> (Shaw, 1796)	Vencejo acollarado		S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 23	C, D
<i>Chaetura brachyura</i> (Jardine, 1846)	Vencejo rabón		O.C	18, 19	
<i>Aeronautes montivagus</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Vencejo montañés		S.C-O.C-J.Z	5, 17, 22	C, D
<b>Trochilidae</b>					
<i>Florisuga mellivora</i> (Linnaeus, 1758)	Colibrí nuquiblanco	Alt, Loc	S.C	4	
<i>Glaucis hirsutus</i> (Gmelin, 1788)	Ermitaño hirsuto		O.C		
<i>Phaethornis anthophilus</i> Bourcier, 1843	Ermitaño ventripálido		S.C-O.C	4	C
<i>Phaethornis guy</i> (Lesson, 1832)	Ermitaño verde	Alt, Loc	J.Z		C
<i>Colibri delphinae</i> (Lesson, 1839)	Colibrí pardo	Alt, Loc	O.C-J.Z		C
<i>Colibri coruscans</i> (Gould, 1846)	Colibrí rutilante		O.C	17	
<i>Colibri thalassinus cyanotus</i> (Swainson, 1823)	Colibrí verdemar	Alt, Loc	O.C		B
<i>Heliothryx barroti</i> (Bourcier 1843)	Colibrí hada occidental		O.C		
<i>Polytmus guainumbi</i> Pallas, 1764	Colibrí guainumbí		O.C		
<i>Chrysolampis mosquitus</i> (Linnaeus) 1758	Colibrí rubí		S.C-O.C	17	

<i>Anthracothonax nigricollis</i> (Vieillot) 1817	Mango gorginegro		S.C-O.C-J.Z	4-6, 15-17, 23	A
<i>Adelomyia melanogenys</i> (Fraser, 1840)	Colibrí jaspeado		J.Z	19	B, C
<i>Ocreatus underwoodii</i> (Lesson, 1832)	Colibrí de raquetas		O.C		B
<i>Helimaster longirostris</i> (Audebert and Vieillot, 1801)	Colibrí piquilargo	Alt, Loc	O.C		
<i>Chaetocercus mulsant</i> (Bourcier, 1842)	Colibrí de Mulsant		O.C	17	
<i>Chaetocercus heliodor</i> (Bourcier, 1840)	Colibrí de Heliodoro	CE	S.C-O.C		
<i>Chlorostilbon gibsoni</i> (Fraser 1840)	Esmeralda de pico rojo	CE	S.C-O.C-J.Z	4-6, 17-19, 23	A, C
<i>Chlorostilbon mellisugus</i> Linnaeus, 1758	Esmeralda de cola azul		S.C-J.Z	2,16, 17	
<i>Chlorostilbon poortmani</i> Bourcier, 1843	Esmeralda colicorta	CE	S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 16-19, 22, 23	
<i>Campylopterus falcatus</i> (Swainson, 1821)	Colibrí lazulita	CE	O.C	17, 18	B
<i>Thalurania colombica</i> (Bourcier, 1843)	Zafiro coroniverde	Alt, Loc	O.C		
<i>Amazilia tzacatl</i> (De la Llave, 1833)	Amazilia colirrufa		S.C-O.C-J.Z	2, 4, 5, 6, 15-17, 22, 23	
<i>Amazilia castaneiventris</i> (Gould, 1856)	Amazilia ventricastaña	E, EN (VU)	S.C-O.C-J.Z	1, 2, 4-11, 15-17, 22, 23	C, D
<i>Amazilia saucerrottei</i> (DeLattre and Bourcier, 1846)	Amazilia verdiazul	CE	O.C	17	
<i>Amazilia cyanifrons</i> (Bourcier, 1843)	Diamante de frente azul	E	S.C-O.C-J.Z	4-6, 15-17	
<b>Aramidae</b>					
<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus, 1766)	Carrao		O.C		
<b>Rallidae</b>					
<i>Aramides cajaneus</i> Stadius Muller, 1776	Cotara chiricote		O.C		
<i>Anurolimnas viridis</i> (Müller, 1776)	Polluela coronirrufa		O.C		
<i>Porzana carolina</i> (Linnaeus, 1758)	Polluela sora	Lat, Trans, Irp, Mb	S.C-O.C		
<i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)	Tagüita del norte		S.C-O.C	4	
<i>Porphyrio martinica</i> (Linnaeus, 1766)	Calamencillo americano	Alt, Loc	S.C-O.C	4	A
<b>Charadriidae</b>					
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	Avefría tero		S.C-O.C-J.Z	4, 5, 22	
<i>Charadrius vociferus</i> Linnaeus, 1758	Chorlitejo culirrojo	Lat, Trans, Irp, Mb	O.C		
<b>Recurvirostridae</b>					
<i>Himantopus mexicanus</i> (Stadius Muller, 1776)	Cigüeñuela de cuello negro	Lat, Trans, Mb	O.C		
<b>Burhinidae</b>					
<i>Burhinus bistriatus</i> (Wagler, 1829)	Alcaraván venezolano		O.C		

<b>Scolopacidae</b>					
<i>Calidris melanotos</i> (Vieillot, 1819)	Correlimos pectoral	Lat, Trans, Mb	O.C		
<i>Gallinago delicata</i> (Ord, 1819)	Becasina	Lat, Trans, Mb	O.C		
<i>Actitis macularius</i> Linnaeus, 1766	Andarríos maculado	Lat, Trans, Mb	O.C		
<i>Tringa solitaria</i> Wilson, 1813	Andarríos solitario	Lat, Trans, Mb	S.C-O.C-J.Z	4, 22	
<i>Tringa flavipes</i> (Gmelin, 1789)	Patiamarillo chico	Lat, Trans, Mb	S.C		
<b>Jacaniidae</b>					
<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	Jacana suramericana		S.C-O.C	4	
<b>Laridae</b>					
<i>Sternula supercilialis</i> (Vieillot, 1819)	Charrancito amazónico		O.C		
<b>Phalacrocoracidae</b>					
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Gmelin, 1789)	Cormorán biguá	Alt, Loc	O.C		
<b>Anhingiidae</b>					
<i>Anhinga anhinga</i> (Linnaeus, 1766)	Anhinga americana		O.C		
<b>Ardeidae</b>					
<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	Avetigre colorada		O.C		
<i>Cochlearius cochlearius</i> (Linnaeus, 1766)	Martinete cucharón		O.C		
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	Martinete común		O.C-J.Z	4	
<i>Nyctanassa violacea</i> (Linnaeus) 1758	Martinete coronado		O.C		
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	Garcita azulada		S.C-O.C-J.Z	4, 22	
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	Garcilla bueyera	Alt, Loc	S.C-O.C-J.Z	4, 5	
<i>Ardea cocoi</i> Linnaeus, 1766	Garza cuca		O.C		
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	Garceta grande		S.C-O.C-J.Z	2, 13, 22	
<i>Pilherodius pileatus</i> (Boddaert, 1783)	Garza capirotada		O.C		
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	Garceta nívea	Alt, Loc	O.C		
<i>Egretta caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	Garceta azul	Lat, Trans, Loc, Irp, Mb	S.C-O.C-J.Z	4	
<b>Threskiornithidae</b>					
<i>Phimosus infuscatus</i> (Lichtenstein, 1823)	Ibis afeitado		S.C-O.C-J.Z	4	
<b>Cathartidae</b>					
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	Aura gallipavo		S.C-O.C-J.Z	2, 4, 5, 13, 15-17, 22, 23	D
<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845	Aura sabanera		O.C	19	D
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1783)	Zopilote negro		S.C-O.C-J.Z	2, 4, 5, 13, 15-17, 22, 23	D

<b>Pandionidae</b>					
<i>Pandion haliaetus</i> (Linnaeus, 1758)	Águila pescadora	Lat, Trans, Mb	S.C-O.C	4	
<b>Accipitridae</b>					
<i>Elanus leucurus</i> (Vieillot, 1818)	Elanio maromero		S.C-O.C	4, 23	
<i>Gampsonyx swainsonii</i> Vigors, 1819	Elanio enano		S.C-O.C-J.Z	2, 5, 13, 15-17, 23	A, D
<i>Chondrohierax uncinatus</i> (Temminck, 1819)	Milano picogarfo		S.C-O.C-J.Z	17	
<i>Busarellus nigricollis</i> (Latham, 1790)	Busardo colorado		O.C		
<i>Rostrhamus sociabilis</i> (Vieillot, 1817)	Caracolero común		O.C		
<i>Harpagus bidentatus</i> (Latham, 1790)	Milano bidentado		O.C		
<i>Ictinia plumbea</i> (Gmelin, 1788)	Elanio plumizo		O.C		
<i>Accipiter bicolor</i> (Vieillot, 1817)	Azor bicolor		O.C	2	
<i>Geranospiza caerulescens</i> (Vieillot, 1817)	Azor zancón		O.C		
<i>Buteogallus urubitinga</i> (Gmelin, 1788)	Busardo-negro urubitinga		O.C		
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	Busardo caminero		S.C-O.C-J.Z	2, 4, 5, 13, 15-17, 22, 23	C, D
<i>Parabuteo unicinctus</i> (Temminck, 1824)	Busardo mixto		S.C		
<i>Geranoaetus albicaudatus</i> (Vieillot, 1816)	Busardo coliblanco		S.C-O.C-J.Z	4, 17	C
<i>Geranoaetus melanoleucus</i> (Vieillot, 1819)	Águila mora		S.C-O.C-J.Z	17, 22	
<i>Buteo nitidus</i> (Latham, 1790)	Aguilucho gris		O.C	2, 13	
<i>Buteo platypterus</i> (Vieillot, 1823)	Busardo aliancho	Lat, Trans, Mb	O.C	4	
<b>Tytonidae</b>					
<i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)	Lechuza común		O.C		
<b>Strigidae</b>					
<i>Megascops choliba</i> (Vieillot, 1817)	Autillo chóliba		S.C-O.C-J.Z	4, 6, 22	A, C, D
<i>Asio stygius</i> (Wagler, 1832)	Búho negruzco		S.C-O.C		
<b>Alcedinidae</b>					
<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	Martín gigante neotropical		S.C-O.C-J.Z	2, 13, 22	C
<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	Martín pescador matraquero		S.C	4, 6	
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	Martín pescador verde		S.C-O.C-J.Z	4, 6, 18, 22	
<b>Momotidae</b>					
<i>Momotus subrufescens</i> P.L. Sclater, 1853	Barranquero ferina		S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 22, 23	A C, D

<b>Galbulidae</b>					
<i>Galbula ruficauda</i> Cuvier, 1816	Jacamará colirrufo		O.C		
<b>Picidae</b>					
<i>Picumnus squamulatus</i> Lafresnaye, 1854	Carpinterito escamoso		S.C-O.C-J.Z	17	
<i>Picumnus olivaceus</i> (Lafresnaye, 1845)	Carpinterito oliváceo		S.C-O.C-J.Z	4, 6, 18, 19, 22	C
<i>Melanerpes rubricapillus</i> (Cabanis, 1862)	Carpintero coronirrojo		S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 15-17, 22, 23	A, C, D
<i>Veniliornis kirkii</i> (Malherbe, 1845)	Carpintero culirrojo		S.C-O.C-J.Z	17	C
<i>Colaptes rubiginosus</i> (Swainson, 1818)	Carpintero oliváceo		O.C		
<i>Colaptes punctigula</i> (Boddaert, 1783)	Carpintero moteado		S.C-O.C-J.Z	2, 13, 17, 19, 22	D
<i>Dryocopus lineatus</i> (Linnaeus, 1766)	Picamaderos listado		O.C-J.Z	4, 5, 18, 22	C
<b>Falconidae</b>					
<i>Herpetotheres cachinnans</i> (Linnaeus, 1758)	Halcón reidor		O.C		
<i>Caracara cheriway</i> (Vieillot, 1817)	Carancho norteño		O.C-J.Z		
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	Caracara chimachima		S.C-O.C-J.Z	2, 4, 5, 13, 15-17	C
<i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758	Cernícalo americano		S.C-O.C-J.Z	2, 4, 5, 13, 15-17, 22	D
<i>Falco columbarius</i> Linnaeus, 1758	Esmerejón	Lat, Trans, Mb	O.C		
<i>Falco rufigularis</i> Daudin, 1800	Halcón murcielaguero		J.Z	17	
<i>Falco femoralis</i> Temminck, 1819	Halcón aletó		S.C-J.Z	18, 22	
<i>Falco peregrinus</i> Tunstall, 1771	Halcón peregrino	Lat, Trans, Mb	O.C		
<b>Psittacidae</b>					
<i>Brotogeris jugularis</i> (Müller, 1776)	Catita churica		O.C		
<i>Pionus menstruus</i> (Linnaeus, 1766)	Loro cabeciazul		S.C-O.C	5	
<i>Amazona ochrocephala</i> (Gmelin, 1788)	Amazona real		S.C-J.Z	4, 5, 18, 22	
<i>Forpus conspicillatus</i> (Lafresnaye, 1848)	Cotorrita de anteojos	CE	S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 22, 23	C, D
<b>Thamnophilidae</b>					
<i>Thamnophilus multistriatus</i> Lafresnaye, 1844	Batará crestibarrado	CE	S.C-O.C-J.Z	4-6, 16-19, 22, 23	A, C, D
<i>Thamnophilus atrinucha</i> Salvin & Godman, 1892	Batará pizarroso occidental		O.C		
<i>Formicivora grisea</i> (Boddaert, 1783)	Hormiguerito coicorita		S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 17, 22, 23	D

<b>Furnariidae</b>					
<i>Dendrocincla fuliginosa</i> (Vieillot, 1818)	Trepatroncos fuliginoso		O.C		
<i>Dendroplex picus</i> (Gmelin, JF, 1788)	Trepatroncos piquirrecto		S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 22, 23	C
<i>Campylorhampus trochilirostris</i> (Lichtenstein, 1818)	Picoguadaña piquirrojo		S.C	6, 17	
<i>Xenops minutus</i> (Sparrman, 1788)	Picolezna menudo		O.C		
<i>Synallaxis albescens</i> Temminck, 1823	Pijuí pechiblanco		S.C-O.C-J.Z	4-6, 15-17	C, D
<b>Tyrannidae</b>					
<i>Phyllomyias griseiceps</i> (Sclater & Salvin, 1871)	Mosquerito cabecigrís		O.C		
<i>Myiopagis gaimardii</i> (d'Orbigny, 1840)	Fiofío selvático		S.C-J.Z	6, 19	
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1819)	Fiofío montano		S.C-O.C-J.Z	4-6, 15-17, 22, 23	B, D
<i>Elaenia parvirostris</i> von Pelzeln, 1868	Fiofío piquicorto	Lat, Trans, Ma	O.C		
<i>Elaenia chiriquensis</i> Lawrence, 1865	Fiofío belicoso	Alt, Loc	S.C	5, 6, 17, 22	A, D
<i>Elaenia frantzii</i> Lawrence, 1865	Fiofío montano	Alt, Loc	S.C-J.Z	4, 6, 17, 18, 22	C
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	Mosquerito silbón		S.C-O.C-J.Z	4-6, 18, 19, 22, 23	A
<i>Serpophaga cinerea</i> (Tschudi, 1844)	Piojito guardarríos		S.C-O.C	4, 17	
<i>Phaeomyias murina</i> (von Spix, 1819)	Piojito pardo		S.C-O.C		
<i>Capsiempis flaveola</i> (Lichtenstein, MHC, 1823)	Mosquerito amarillo		S.C-O.C		
<i>Euscarthmus meloryphus</i> zu Wied, 1831	Tiranuelo copetón		S.C-O.C-J.Z	4-6, 15-17, 22, 23	C, D
<i>Mionectes olivaceus</i> Lawrence, 1868	Mosquero oliváceo	Alt, Loc	S.C	2, 4-6, 18	B, D
<i>Mionectes oleagineus</i> (Lichtenstein, 1823)	Mosquero aceitunado	Alt, Loc	O.C	22	
<i>Zimmerius chrysops</i> (P.L. Sclater, 1859)	Tiranuelo cejiamarillo		S.C-O.C	4, 17, 19	C
<i>Leptopogon superciliaris</i> (Tschudi, 1844)	Orejero coronigrís		S.C-O.C-J.Z	5, 6, 17	
<i>Lophotriccus pileatus</i> (Tschudi, 1844)	Cimerillo andino		O.C		
<i>Atalotriccus pilaris</i> (Cabanis, 1847)	Mosquerito ojiblanco		O.C	19	
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Titirijí perlado		S.C-O.C-J.Z	5, 6, 15-17, 22, 23	A, D
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	Titirijí común		S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 22, 23	D
<i>Rhynchocyclus olivaceus</i> (Temminck, 1818)	Picoplano oliváceo		S.C		
<i>Tolmomyias sulphureus</i> (von Spix, 1821)	Picoplano sulfuroso		S.C-O.C-J.Z	15-17, 22, 23	A, C, D



<i>Myiophobus flavicans</i> (P.L. Sclater, 1860)	Mosquero amarillo		S.C	17	
<i>Myiophobus fasciatus</i> (Müller, 1776)	Mosquero estriado		S.C	5, 6, 17, 18, 23	
<i>Hirundinea ferruginea</i> (Gmelin, JF, 1788)	Atrapamoscas de precipicios		S.C-J.Z		
<i>Nephelomyias pulcher</i> (P.L. Sclater, 1861)	Mosquero hermoso		O.C		
<i>Cnemotriccus fuscatus</i> (zu Wied, 1831)	Mosquero parduzco		O.C		
<i>Empidonax traillii</i> (Audubon, 1828)	Mosquero saucero	Lat, Trans, Mb	S.C-O.C		
<i>Empidonax alnorum</i> Brewster, 1895	Mosquero alisero	Lat, Trans, Mb	S.C-O.C	6	
<i>Contopus cooperi</i> (Swainson, 1832)	Pibí boreal	Lat, Trans, Mb, NT	S.C-O.C-J.Z	5	
<i>Contopus fumigatus</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Pibí ahumado		S.C-O.C	17, 22	
<i>Contopus sordidulus</i> P.L. Sclater, 1859	Pibí occidental	Lat, Trans, Mb	S.C-O.C		
<i>Contopus virens</i> (Linnaeus, 1766)	Pibí oriental	Lat, Trans, Mb	S.C-O.C	4	
<i>Contopus cinereus</i> (Spix, 1819)	Pibí tropical		O.C-J.Z	17	C
<i>Sayornis nigricans</i> (Swainson, 1823)	Mosquero negro		S.C-O.C-J.Z	2, 4, 6, 13, 18, 19, 22	A
<i>Pyrocephalus rubinus</i> (Boddaert, 1783)	Mosquero cardenal		S.C-O.C-J.Z	15-17, 22, 23	A, D
<i>Myiozetetes cayanensis</i> (Linnaeus, 1766)	Bienteveo alicastaño		S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 22, 23	A
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1819)	Bienteveo sociable	Alt, Loc	O.C	22	D
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	Bienteveo común		S.C-O.C-J.Z	4-6, 15-17, 22, 23	C, D
<i>Legatus leucophaius</i> (Vieillot, 1818)	Atrapamoscas pirata			17	B
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	Picabuey		S.C-O.C-J.Z	4, 5, 15-17, 22, 23	A, D
<i>Myiodynastes chrysocephalus</i> (von Tschudi, 1844)	Bienteveo coronodorado		O.C		
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Müller, 1776)	Bienteveo rayado	Lat, Trans, Ma	S.C-O.C-J.Z	2, 5, 13, 15-17, 22, 23	C, D
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	Bienteveo pitanguá		S.C-O.C-J.Z	2, 4, 6, 18, 22	C
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	Tuquito rayado	Lat, Trans, Ma	S.C		
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	Tirano melancólico	Alt, Loc	S.C-O.C-J.Z	2, 4, 5, 13, 15-17, 22, 23	A, C, D
<i>Tyrannus savana</i> Vieillot, 1808	Tijereta sabanera	Lat, Trans, Irp, Ma	S.C-O.C	4	
<i>Myiarchus tuberculifer</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Copetón capirotoado		S.C-O.C-J.Z	18, 19	
<i>Myiarchus apicalis</i> Sclater & Salvin, 1881	Copetón apical	E	S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 22, 23	A, C, D
<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Müller, 1776)	Copetón tiranillo		S.C-J.Z	4, 15-17	D

<b>Pipridae</b>					
<i>Machaeropterus regulus</i> (Hahn, 1819)	Manaquin franjeado		S.C		
<b>Tityridae</b>					
<i>Pachyramphus rufus</i> (Boddaert, 1783)	Anambé cinéreo		S.C-O.C	17, 22	A
<i>Pachyramphus polychopterus</i> (Vieillot, 1818)	Anambé aliblanco		O.C		
<b>Vireonidae</b>					
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	Vireón cejirrufo		S.C-O.C-J.Z	4, 6, 13, 15-17, 22	A, C
<i>Hylophilus flavipes</i> Lafresnaye, 1845	Verdillo paticlaro		S.C-O.C-J.Z	6, 15-17, 22	C, D
<i>Vireo leucophrys</i> (Lafresnaye, 1844)	Verderón montañero			15-17	
<i>Vireo olivaceus</i> (Lafresnaye, 1844)	Vireo chiví	"Lat, Trans, Irp Mb"	S.C-O.C-J.Z	2, 4, 6, 13, 15-17, 22	
<i>Vireo flavoviridis</i> (Cassin, 1851)	Vireo verdiamarillo	"Lat, Trans, Irp Mb"	O.C		
<b>Hirundinidae</b>					
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot, 1817)	Golondrina barranquera	Lat, Trans, Irp	S.C-O.C-J.Z	4, 15-17	B
<i>Orochelidon murina</i> (Cassin, 1853)	Golondrina ventriparda		O.C	2, 4	
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	Golondrina gorgirrufa		S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 23	D
<i>Progne tapera</i> (Linnaeus, 1766)	Golondrina parda	Lat, Trans, Ma	S.C-O.C	4, 17	
<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783)	Golondrina aliblanca		S.C		
<i>Riparia riparia</i> (Linnaeus, 1758)	Avión zapador	Lat, Trans, Mb	O.C	4	
<i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758	Golondrina común	Lat, Trans, Irp, Mb	S.C-O.C-J.Z	2, 13, 17, 18	
<b>Troglodytidae</b>					
<i>Troglodytes aedon</i> Vieillot 1809	Chercán		S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 22, 23	C, D
<i>Campylorhynchus griseus bicolor</i> (von Pelzel, 1875)	Cucarachero currucuchú	E	S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 22, 23	A, C, D
<i>Thryophilus nicefori</i> Meyer de Schauensee, 1946	Cucarachero de nicéforo	E, CR (EN-VU)	S.C-O.C-J.Z	6, 12-14, 17-19, 22	C
<b>Poliophtidae</b>					
<i>Poliophtila plumbea</i> (Gmelin, 1788)	Perlita tropical		O.C		
<b>Turdidae</b>					
<i>Catharus fuscescens</i> (Stephens, 1817)	Zorzalito rojizo	Lat, Trans, Mb	S.C	4	
<i>Catharus minimus</i> (Lafresnaye, 1848)	Zorzal carigrís	Lat, Trans, Mb		19	C, D
<i>Catharus ustulatus</i> (Nuttall, 1840)	Zorzalito de Swainson	Lat, Trans, Mb	S.C-O.C-J.Z	2, 4, 6, 13, 17, 18, 22	

<i>Turdus flavipes</i> (Vieillot, 1818)	Mirlo azulado	Alt, Loc	S.C	4, 18, 22	C
<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot 1818	Zorzal sabiá		S.C-J.Z	4-6, 15-17, 22, 23	C, D
<i>Turdus ignobilis</i> P.L. Sclater, 1857	Zorzal piquinegro		S.C-O.C-J.Z	2, 4, 5, 13, 15-17, 23	D
<b>Mimidae</b>					
<i>Mimus gilvus</i> (Vieillot, 1808)	Sinsonte tropical		S.C-O.C-J.Z	2, 4, 5, 13, 15-17, 22, 23	A, C, D
<b>Thraupidae</b>					
<i>Chlorophanes spiza</i> (Linnaeus, 1758)	Mielerito verde		O.C		
<i>Sicalis flaveola</i> (Sparrman, 1789)	Chirigüe azafranado		S.C-O.C-J.Z	4-6, 13, 15-17, 22, 23	D
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	Semillero volatinero		S.C-O.C-J.Z	2, 13, 15-17, 22	C, D
<i>Eucometis penicillata</i> (Spix, 1821)	Tángara cabecigrís		O.C		
<i>Tachyphonus rufus</i> (Boddaert, 1783)	Tángara negra		S.C-O.C	5, 17, 19, 23	
<i>Ramphocelus dimidiatus</i> Lafresnaye, 1837	Tángara dorsirroja	CE	S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 17, 18, 22, 23	C
<i>Cyanerpes cyaneus</i> (Linnaeus, 1766)	Mielerito patirrojo		S.C	4, 22	
<i>Sporophila minuta</i> (Linnaeus, 1758)	Semillero pechirrufo		S.C-O.C-J.Z	17, 22	
<i>Sporophila angolensis</i> (Linnaeus, 1766)	Semillero curió		O.C		
<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)	Semillero ventriamarillo		S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 17, 18, 22, 23	
<i>Sporophila schistacea</i> Lawrence, 1862	Semillero pizarroso		S.C-O.C	6	
<i>Saltator maximus</i> (Statius Muller, 1776)	Pepitero gorgicanelo		S.C-O.C-J.Z	6, 22	
<i>Saltator coerulescens</i> Vieillot 1817	Pepitero grisáceo		S.C-O.C-J.Z	2, 17, 22	C
<i>Saltator striatipectus</i> Lafresnaye, 1847	Pepitero listado		S.C-O.C-J.Z	15-17, 22	A, C
<i>Emberizoides herbicola</i> (Vieillot, 1817)	Coludo colicuña		O.C		
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	Platanero		O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 22, 23	C
<i>Tiaris olivaceus</i> (Linnaeus, 1766)	Semillero tomeguín		S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 17, 18, 22, 23	
<i>Tiaris bicolor</i> (Linnaeus, 1766)	Semillero bicolor		S.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 22, 23	A, C, D
<i>Schistochlamys melanopis</i> (Latham, 1790)	Tángara carinegra		S.C-J.Z	4, 22	
<i>Stilpnia heinei</i> (Cabanis, 1850)	Tángara coroninegra		S.C-O.C	4, 17, 22	
<i>Stilpnia vitriolina</i> (Cabanis, 1850)	Tángara matorralera	CE	S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 22, 23	A, D
<i>Stilpnia cyanicollis</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Tángara cabeciazul		S.C-O.C-J.Z	4-6, 17, 18, 22	
<i>Tángara gyrola</i> (Linnaeus, 1758)	Tángara cabecibaya		O.C-J.Z		

<i>Thraupis episcopus</i> (Linnaeus, 1766)	Tángara azuleja		S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 22, 23	A, D
<i>Thraupis palmarum</i> (Wied, 1821)	Tángara palmera		S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 22, 23	A, D
<b>Emberizidae</b>					
<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	Chingolo pajonero		O.C		
<i>Arremon atricapillus</i> (Lawrence, 1874)	Gorrión montés cabecinegro	CE	O.C-J.Z	22	
<i>Arremon schlegeli canidorsum</i> J.T. Zimmer, 1941	Cerquero alidorado	E, VU	S.C-O.C-J.Z	2, 5, 6, 13, 15-17, 22	A, D
<i>Zonotrichia capensis</i> (Müller, 1776)	Chingolo común		S.C-O.C	2, 4, 17, 18	B
<b>Cardinalidae</b>					
<i>Piranga flava</i> (Vieillot, 1819)	Piranga bermeja	Alt, Loc	S.C-J.Z	2, 13, 15-17	D
<i>Piranga rubra</i> (Linnaeus, 1758)	Piranga roja	Lat, Trans, Irp, Mb	S.C-O.C-J.Z	2, 4, 6, 13, 15-17, 22	A
<i>Piranga olivacea</i> (Gmelin, 1789)	Piranga escarlata	Lat, Trans, Mb	S.C-J.Z	4, 6, 17, 22	
<i>Pheucticus aureoventris</i> (Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Picogrueso dorsinegro		O.C	22	
<i>Pheucticus ludovicianus</i> (Linnaeus, 1766)	Picogrueso pechirrosado	Lat, Trans, Mb	S.C-J.Z	4, 17	A
<b>Parulidae</b>					
<i>Parkesia noveboracensis</i> (Gmelin, 1789)	Reinita charquera norteña	Lat, Trans, Mb	S.C-O.C-J.Z	2, 4, 6, 13, 14, 15-17	
<i>Mniotilta varia</i> (Linnaeus, 1766)	Reinita trepadora	Lat, Trans, Mb	S.C-O.C-J.Z	19, 22	
<i>Protonotaria citrea</i> (Boddaert, 1783)	Reinita protonotaria	Lat, Trans, Mb	S.C-O.C	6, 17	
<i>Leiothlypis peregrina</i> (Wilson, 1811)	Reinita de Tennessee	Lat, Trans, Mb	S.C-O.C-J.Z	4, 6, 17	
<i>Oporornis agilis</i> (Wilson, 1812)	Reinita de Connecticut	Lat, Trans, Mb	S.C	4, 6	
<i>Geothlypis philadelphia</i> (Wilson, 1810)	Reinita plañidera	Lat, Trans, Mb	S.C	4, 6, 17	
<i>Setophaga ruticilla</i> (Linnaeus, 1758)	Candelita norteña	Lat, Trans, Mb	S.C-O.C		B
<i>Setophaga cerulea</i> (Wilson, 1810)	Reinita cerúlea	Lat, Trans, Mb, VU	S.C		C
<i>Setophaga americana</i> (Linnaeus, 1758)	Parula norteña	Lat, Trans, Mb	O.C		
<i>Setophaga pitiayumi</i> (Vieillot, 1817)	Parula pitiayumí	Alt, Loc	S.C-O.C-J.Z	2, 4-6, 13, 15-17, 22, 23	C
<i>Setophaga castanea</i> (Wilson, 1810)	Reinita castaña	Lat, Trans, Mb	O.C		C
<i>Setophaga fusca</i> (Müller, 1776)	Reinita gorginaranja	Lat, Trans, Mb	S.C-O.C-J.Z	4, 6, 17, 19, 22	D
<i>Setophaga petechia</i> (Linnaeus, 1766)	Reinita de manglar	Lat, Trans, Irp, Mb	S.C-O.C-J.Z	4, 6, 17, 19	D
<i>Setophaga striata</i> (Forster, 1772)	Reinita estriada	Lat, Trans, Mb	S.C-O.C-J.Z	16-19, 22	C, D
<i>Myiothlypis cinereicollis</i> P.L. Sclater, 1864	Reinita gorgigrís	CE, NT	O.C		

<i>Basileuterus rufifrons</i> (Swainson, 1838)	Reinita coronirrufa		S.C-O.C-J.Z	2, 5, 6, 13, 15-17, 22, 23	C
<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830)	Reinita coronidorada		S.C-J.Z	17, 18, 22	C
<i>Cardellina canadensis</i> (Linnaeus, 1766)	Reinita canadiense	Lat, Trans, Mb	S.C-O.C-J.Z	4, 6	
<b>Icteridae</b>					
<i>Icterus icterus</i> (Hartert, E, 1902)	Turpial venezolano	VU	S.C-J.Z	5, 6, 17, 19, 22, 23	C
<i>Icterus mesomelas</i> (Wagler, 1829)	Turpial coliamarillo		S.C-J.Z	22	
<i>Icterus auricapillus</i> Cassin, 1848	Turpial coroninaranja		S.C-J.Z	22	
<i>Icterus chrysater</i> (Lesson, 1844)	Turpial dorsidorado		S.C-O.C-J.Z	2, 4, 13, 15-17, 22	A, C, D
<i>Icterus galbula</i> (Linnaeus, 1758)	Turpial de Baltimore	Lat, Trans, Mb	S.C-J.Z	6	
<i>Icterus nigrogularis</i> (Hahn, 1819)	Turpial amarillo		S.C-O.C-J.Z	2, 5, 6, 13, 15-17, 22, 23	D
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	Tordo renegrado		S.C-O.C	2, 13, 17, 18	A
<i>Quiscalus lugubris</i> Swainson, 1838	Zanate caribeño		S.C	22	
<i>Quiscalus mexicanus</i> (Gmelin, 1788)	Zanate mexicano		O.C		
<i>Sturnella magna</i> (Linnaeus, 1758)	Turpial oriental		S.C-O.C-J.Z	4, 5, 17	
<b>Fringillidae</b>					
<i>Spinus spinescens</i> (Bonaparte, 1850)	Jilguero andino	CE	O.C		
<i>Spinus psaltria</i> (Say, 1823)	Jilguero menor		S.C-O.C	4, 17, 18	
<i>Euphonia lanirostris</i> (Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Eufonia piquigruesa		S.C-O.C-J.Z	2, 4, 6, 13, 15-17, 22, 23	A
<i>Euphonia cyanocephala</i> (Vieillot, 1818)	Eufonia culidorada		S.C-O.C		C

Numeración de referencia de fuentes bibliográficas y bases de datos consultadas para la elaboración del listado de las aves del Cañón del Chicamocha, Colombia.

Referencias	Número
Chaves-Portilla & Cortés-Herrera (2006)	1
Ciri <i>et al.</i> (2011)	2
Collar <i>et al.</i> (1992)	3
Collazos-González (2015)	4
Collazos-González (2016)	5
Collazos-González & Echeverry-Galvis (2017)	6
Cortés-Herrera (2006)	7
Cortés-Herrera <i>et al.</i> (2004)	8

Cortés-Herrera <i>et al.</i> (2007)	9
Cortés-Herrera & Briceño-Buitrago (2007)	10
Hernández-Jaramillo <i>et al.</i> (2007)	11
López-Lanús & Cadena (2002)	12
Melo <i>et al.</i> (2012)	13
Meyer de Schauensee (1946)	14
Parra <i>et al.</i> (2005)	15
Parra <i>et al.</i> (2006)	16
Parra <i>et al.</i> (2010)	17
Rico-Guevara (2018)	18
Serrano <i>et al.</i> (2009)	19
Valderrama (2005)	20
Valderrama <i>et al.</i> (2007a)	21
Valderrama <i>et al.</i> (2008)	22
Valderrama <i>et al.</i> (2007b)	23
Valderrama & Páez (2009)	24
Vargas-Moreno (2007)	25
Zuluaga-Carrero (2017)	26
Orozco-Romero (2018)	27
<b>Bases de datos</b>	<b>Letra</b>
ICN	A
IAvH	B
Xeno-canto	C
GBIF - Montealegre (2018)	D

### Acrónimos usados

Hábitos de migración: Migratorio boreal (Mb), Migratoria austral (Ma), Transfronteriza (Trans), Latitudinal (Lat), Altitudinal (Alt), Loc (Local), Invernante con Poblaciones (Irp); Introducida (Int). Las categorías de amenaza a nivel nacional siguen a Renjifo *et al.* (2014, 2016): En Peligro Crítico CR, En Peligro EN, Vulnerable VU, Casi Amenazado NT, Preocupación Menor LC. Las mismas categorías de amenaza se emplean a nivel global según IUCN (2016) y se establecen en paréntesis si difieren de la nacional. Obs. Autores: Sergio Collazos (SC), Juliana Zuluaga (JZ) y Oswaldo Cortes (OC).

**Sergio Andrés Collazos-González**  
Pontificia Universidad Javeriana  
Bogotá, Colombia  
collazoss@javeriana.edu.co  
<https://orcid.org/0000-0001-7822-2250>

**Juliana Zuluaga-Carrero**  
Jardín Botánico de Bogotá  
Bogotá, Colombia  
zuluaga.juliana@javeriana.edu.co  
<https://orcid.org/0000-0002-9208-5958>

**José Oswaldo Cortés-Herrera**  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Bogotá, Colombia  
oswaldo.aves@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-9205-4898>

---

### Aves del Cañón del Chicamocha, Colombia: un llamado para su conservación

**Citación del artículo:** Collazos-González, S.A., Zuluaga, J. & Cortés, J.O. (2020). Aves del Cañón del Chicamocha, Colombia: un llamado para su conservación. *Biota Colombiana*, 21(1), 58-85. DOI: [10.21068/c2020.v21n01a05](https://doi.org/10.21068/c2020.v21n01a05).

**Recibido:** 10 de junio 2019  
**Aprobado:** 12 de noviembre 2019

# Demographic analysis for the reproductive management of captive jaguars (*Panthera onca*) in Colombian zoos

Análisis demográfico para el manejo reproductivo de jaguares (*Panthera onca*) cautivos en parques zoológicos de Colombia

Santiago Jiménez González <sup>id</sup>, Haydy Monsalve Redwan, María Angélica Moreno Duarte <sup>id</sup>, Claudia Jiménez Escobar <sup>id</sup>

---

## Abstract

A demographic and reproductive analysis of the population of jaguars (*Panthera onca*) (n = 38) held in Colombian zoos. Records were analyzed (1970-2010), where paternity and maternity data were completed by DNA's microsatellite analysis. The SPARKS program was used for the construction of the Regional Studbook for Jaguars and the Population Management 2000 (PM 2000) program for its analysis. The main results obtained were: the census, distribution by sex and age, fertility rate, survival rate, mortality rate, average life expectancy, reproductive value, reproductive projections for 5, 10, 15, 20 and 100 years while preserving the 90% of genetic diversity. The most relevant findings were: the population analyzed in 2010 was decreasing ( $\lambda = 0.9876$ ), the generational time (T) was longer for females (T = 18.21 years) than for males (T = 17.46 years), the genetic diversity was on the rise from 1994 to 2002 and remained stable from 2002 to 2009 (GD = 0.78). The genetic analysis allowed to structure the captive population, optimizing the analysis and the reliability of the results, opening the possibility of applying these methods as a conservation model in other threatened species.

**Key words.** Demography. *Ex situ* Conservation. Jaguar. Reproduction. Studbook.

## Resumen

Se caracterizó demográfica y reproductivamente la población cautiva del jaguar (*Panthera onca*) (n=38) en zoológicos colombianos. Se analizaron registros (1970-2010), en los que se completaron datos de paternidad y maternidad mediante análisis de microsatélites de ADN. Se obtuvieron el censo, la distribución por sexo y edad, las tasas de fertilidad, supervivencia y mortalidad, la expectativa de vida media, el valor reproductivo y proyecciones reproductivas para 5, 10, 15, 20 y 100 años, conservando el 90 % de la diversidad genética. La población analizada en el 2010 estaba decreciendo ( $\lambda = 0.9876$ ), el tiempo generacional (T) fue mayor para las hembras (T=18.21 años) que para los machos (T= 17.46 años) y la diversidad genética estuvo en ascenso entre 1994-2002 y se mantuvo estable entre 2002-2009 (GD=0.78). El análisis genético permitió estructurar la población cautiva, optimizando el análisis y la confiabilidad de los resultados, abriendo la posibilidad de aplicar estos métodos como modelo de conservación en otras especies amenazadas.

**Palabras clave.** Demografía. Conservación *ex situ*. Jaguar. Reproducción. Studbook.



## Introduction

The jaguars of Colombia are classified as a threatened species. They are listed in Appendix I of CITES (<https://cites.org>), accepted by the Colombian government through Law 17 of 1981. This appendix contains the species of animals and plants in which there is a greater danger of extinction and for which international trade in specimens is generally prohibited, except for certain legal traffic under exceptional conditions. Since 2006, the species has been classified as Near Threatened (NT) in the Red List of the International Union for Conservation of Nature (IUCN; <http://www.iucnredlist.org>). The maintenance of a genetically viable captive population of endangered or threatened species has been a primary objective of zoos worldwide since the 1980s (Juffe-Bignoli *et al.*, 2016). Animal preservation programs in zoos seek to establish self-sustaining populations through demographic, genetic and reproductive studies aimed at strengthening captive breeding programs. This is the basis for the implementation of the Species Survival Plans (<https://www.aza.org>), which seek to have captive populations with high genetic variability, low consanguinity rates and viable populations (Ballou *et al.*, 2010). The Species Survival Plan attempts to maintain as much genetic diversity as possible, setting a reasonable objective of maintaining 90% of that variability over a period of 100 or 200 years, through demographic, genetic and reproductive analyses in a captive population (Lacy, 2013). In this way, populations can be established that serve as an *ex situ* genetic reservoir for the conservation of species in their natural areas of distribution, contributing positively to *in situ* conservation. In Colombia there are no studies on the management of captive populations, especially of large carnivores. For this reason we carried out a demographic and reproductive analysis of captive jaguars in Colombia, obtaining kinship information from DNA samples and records, etc. We proposed a population management plan for the species, which provided the necessary tools to establish a sustainable *ex situ* conservation program for the jaguar in zoos in Colombia.

## Materials and methods

**Data collection.** The construction of the Jaguar Regional Studbook (*Panthera onca*) (n = 40) for Colombia was

carried out using the Single Population Analysis and Record Keeping System (SPARKS) program, developed by the [International Species Information System \(2005\)](#). A Studbook number was assigned for each animal that begins with the prefix T (Temporary), while each animal received a definitive number or code in the International Studbook for the species. Information relating to gender, date of birth, and origin of the parents was listed, which could be from wild animals or from a pair with assigned or unknown temporary numbers. The most relevant events in the life of the specimen were collected, such as birth, transfers, loans, and death with their respective location and date of occurrence of the events.

All the zoos in the country, belonging to ACOPAZOA (Colombian Association of Zoological Parks and Aquariums), were contacted. Information was collected from the zoo records for the last 30 years through a survey where all the general and medical information of the specimens was recorded in the seven institutions belonging to the association. The records of the Cali Zoo were not included in the analysis, since the information was not made available.

**Animals.** In order to construct the population pedigree blood samples were obtained from captive jaguars (n = 15) under general anesthesia in three zoological parks: Santacruz Zoo (n = 8) in San Antonio del Tequendama, Cundinamarca (6 ° 13 ' 23.93 "N, 75 ° 34'48.81" W), Matecaña Zoo (n = 6) in Pereira, Risaralda (4 ° 49'0.30 "N, 75 ° 44'15.04" W), Piscilago Zoo (n = 1) in Nilo, Cundinamarca (11 ° 0'39.84 "N, 74 ° 47'53.69" W). Hair follicles were also obtained from the jaguars of the Santafé Zoo (n = 5) in Medellín, Antioquia (6 ° 13'23.93 "N, 75 ° 34'48.81" W). For the construction of the pedigree, the information was included compiled in the Regional Jaguar Studbook for Colombia of the animals that were not sampled at the Piscilago Zoo (n = 2), the Barranquilla Zoo (n = 3), Bioparque los Ocarros (n = 2), Cali Zoo (n = 2) and Jaime Duque Park Zoo (n = 3).

**Anesthesia.** After a fasting period of 24 hours, an anesthetic protocol was performed with the use of a xylazine-ketamine combination. Xylazine, a sedative that is an alpha 2 adrenergic agonist, was given as an initial injection. Five minutes after application and once signs of sedation were observed, a second injection was applied with a fixed dissociative anesthetic derived from cyclohexylamines (ketamine). Drug administration was performed using remote drug injection devices (DIDD). The site of the impact of the dart was

located in the muscular masses of the posterior and anterior limbs, the former being preferred, the objective being for the dart or injection to be applied in the most caudal portion of the muscle mass and avoiding a possible impact on the femoral bone or sciatic nerve. The doses of drugs administered were calculated according to the weight reports recorded in the medical records and the doses reported for jaguars by Jiménez & Moreno (2004) and Jiménez *et al.* (2017a).

**Sampling.** Blood samples were obtained by puncturing the femoral vein or the saphenous vein after disinfecting the area with alcohol. The samples were collected in vials with EDTA (10 ml) and kept at 4° C, until arriving at the laboratory (Jiménez *et al.*, 2017a).

## DNA analysis

**Primers.** The selected primers were designed for domestic cats (Menotti-Raymond & O'Brien, 1995). The criteria for the selection of microsatellites were based on the fact that all of them should be on different chromosomes and that their use was reported in jaguars (Eizirik *et al.*, 2001, Ruiz-García *et al.*, 2006). The selected microsatellites were fluoromarked with fluorochromes that did not match each other, depending on the selected microsatellite. Only the forward sequence of the first was fluorinated (Jiménez *et al.*, 2017a, 2017b).

**DNA extraction and quantification.** DNA extraction was performed from leukocytes isolated from blood samples, using the salting out technique. The DNA concentration was quantified by spectrophotometry at 260 nm. The temperature for each microsatellite was calculated by means of the thermodynamic formula, which indicated that the average banding temperature necessary to perform the base pairing was 55.5 °C. For the hair samples, the Qiagen Dneasy Blood and tissue extraction kit was used, using the instructions (Jiménez *et al.*, 2017a; 2017b).

**PCR.** PCR reactions for all markers were brought to a total volume of 20 µL. These consisted of 1.5 mM MgCl<sub>2</sub>, 1.25mM for each of the dNTPs (dATP, dGTP, dCTP and dTTP) plus 0.4 units of Tth DNA polymerase (*Thermus thermophilus*) and 10 pmol of each primer, 0.5 mg.ml<sup>-1</sup> of BSA as well as 4µl of genomic DNA (10 ng). The samples were amplified under the following conditions: initial denaturation at 95 °C for 5 min; 35 cycles of denaturation at 95 °C for 1 minute;

banding temperature corresponding to each marker for 2 min; extension at 72 °C for 2 min and subsequently 1 final extension cycle at 72 °C for 5 min, using a Multigene Gradient PCR thermal cycler (Labnet, International; Jiménez *et al.*, 2017a; 2017b).

**Agarose.** After the PCR procedures were performed, the amplification products were evaluated in 1.5 % agarose gels, stained with SYRB Green (Invitrogen, USA). Once the amplification of the products was verified by direct visualization, capillary electrophoresis was then applied (Jiménez *et al.*, 2017a; 2017b).

**Capillary electrophoresis.** Capillary electrophoresis was performed on an ABI PRISM® 310 Genetic Analyzer. The results of capillary electrophoresis and the appointment of alleles were determined by direct visualization of the chromatograms in the Softgenetics Gene Marker Version 1.97 program. All samples were amplified and genotyped at least 2 times, to minimize problems of non-assignment (drop out; Jiménez *et al.*, 2017a, 2017b).

## DNA Statistical Analysis

To assign paternity and maternity and for the construction of the pedigree of the population, the Cervus version 3.0.3 and Kinship 1.2 program was used. For the final construction of the pedigree, the following variables were taken into account: information obtained from the Studbook (sex, date of birth, previous knowledge of fathers and mothers), natural logarithm values of likelihood relations (LOD), assigned by Cervus with 80 % flexible and 95 % strict confidence intervals (Jiménez *et al.*, 2017a, 2017b).

Likewise, the relationship and kinship probabilities assigned by Kinship for H1 ( $R_p = 0.5$  and  $R_m = 0.5$ ) vs. H0 ( $R_p = 0$  and  $R_m = 0$ ;  $\alpha = 0.05, 0.01$  and  $0.001$ ) were considered.

The variables define the likelihood of a jaguar pair sharing an allele by direct descent from their father or mother. For example, if the hypothetical relationship is two complete siblings, both  $r$  values would be 0.5. After the hypothesis is given, kinship uses the  $r$  values, allelic frequencies and genotypes of two individuals under consideration to calculate the likelihood that this combination of genotypes could have been produced as specified (Goodnight, 2004; Jiménez *et al.*, 2017a, 2017b).

**Analysis of records data.** The information collected was entered into the Sparks program where a preliminary analysis was made. It was subsequently exported to the Population Management 2000 program, in order to carry out the demographic analysis in which the census and distribution by gender and age were initially evaluated (Pollak *et al.*, 2005). Additionally, the following parameters were established (Pollak *et al.*, 2005) as listed below:

Age distribution was calculated as the average number of animals in each age class that would be expected to be found if the proportions of the life table had been constant over time. These are defined by the survival rate for each age that is presented in the life table by sex. The distribution by sex and by age is determined with the current numbers, and the distribution of expected ages with the stable numbers (Caughley, 1977).

Growth ( $\lambda$ ) was calculated from the growth rate per generation  $R_0$  (Rates of change in population size per generation equivalent to the average number of juveniles of the same sex that a parent produces throughout their life) and the average duration of a generation  $G$ .

$$N_t = e^{rt} \times N_0$$

$$r = \frac{\ln(N_t/N_0)}{t}$$

$$r = \frac{\ln(R_0)}{G}$$

$$\lambda = e^r$$

The proportion of annual population growth was compared with that of the previous year and was denoted by lambda ( $\lambda$ ) and/or by the demographic reduction  $r = (1 - \lambda)$  for a population under stable conditions.

Age-specific mortality rate ( $Q_x$ ) was calculated as the proportion of individuals in the age class  $X$  which dies before reaching the age class  $X + 1$ .  $Q_x$  should be calculated from the mortality data. It is calculated by dividing the number of animals that die during their passage by an age class ( $x$ ) by the number of animals that were alive at the beginning of the same age class and is inversely proportional to the survival rate. The trend lines were obtained for each rate that show the estimates for the model population after the data was smoothed, eliminating the extreme peaks and replacing each point with the average of the predecessor value and the following number. This procedure can be done multiple times and according to the number of times it is denoted  $1x, 2x \dots$  etc.

Age-specific survival rate ( $P_x$ ) was calculated as the proportion of individuals that arrive alive from the beginning of the age class ( $X$ ) to the next age class ( $X + 1$ ).

Age-specific survivorship ( $L_x$ ) was calculated from the proportion of individuals that survived from birth to the beginning of age class  $X$ . For the first age class ( $x = 0$ , between 0 and 1 year of age). Survival at age 0 is defined as  $L_x = L_0 = 1$ .

Example: Of the females of class 0, a proportion  $P_0$  survived until the beginning of class 1, thus  $L_1 = P_0$ . Of the females in age class 1 a proportion  $P_1$  survived towards age class 2, thus  $L_2 = L_1 \times P_1$  (or  $L_2 = P_0 \times P_1$ ), in general terms;

For all age classes except the first ( $x = 1$  to 5)

$$L_x = P_0 \times P_1 \dots \times P_{x-1}$$

$$= L_{x-1} \times P_{x-1}$$

Age-specific fertility rate ( $M_x$ ) is the average number of offspring of the same sex of the parent, born of an individual in the age class  $X$ . Example: it can be calculated as the number of females born in the age class  $X$  divided by the number of females at the beginning of the age class  $X$ .

Median life expectancy ( $E_x$ ) was calculated from the average number of years of life remaining that an individual in an age class ( $x$ ) can reach.

Reproductive value ( $V_x$ ) measures an expectation. In this case, the expected number of descendants in the current year and in future years for an age class animal ( $x$ ) was calculated (Pollak *et al.*, 2005).

Once this was obtained, the reproductive projections of the population were carried out, and the population goals were established in order to maintain 90 % of the genetic diversity over a period of 100 years (Pollak *et al.*, 2005). The variables that were considered for reaching this population goal were as follow: generational time ( $T$ ); population growth rate ( $\lambda$ ); current population size ( $N$ ); current effective population number ( $N_e$ );  $N_e / N$  ratio; current genetic diversity ( $GD$ ); maximum population allowed; new founders per event of addition; year of introduction of new founders; year of cessation of introduction of new founders; and the years between events of addition (of new founders).

Generational time (T) was considered as the time elapsed between the first reproductive event of one generation and the next or the mean age at which a parent produces offspring (Li *et al.*, 2009).

**Finally, the pairing selection was made.** The criterion used for pairing selection was the value of the mean of kinship (Mean Kinship, MK), which was defined as the average of the coefficients of relationship that exist between an individual (including that individual) and the living population of animals born in captivity. The convenience of zoological institutions and the geographical location of the specimens were also used as criteria. The result that was obtained for the modeling of the offspring was given by the inbreeding coefficient (F) obtained, looking for the offspring in the virtual generation with F values equal to zero. Taking into account the information in the Studbook records, the paternity and maternity allowances for the Cervus program and the kinship relationships obtained by Kinship, the construction of the pedigree for the population of captive jaguars in zoological parks in Colombia was carried out.

## Results

When constructing the pedigree, an association was found between the animals of the Matecaña and Santafé zoos. A high genetic relationship between the jaguars of the Santacruz Zoo was determined and connections were also found in the Studbook records between this zoo and the zoos of Piscilago, Barranquilla and Jaime Duque.

In summary, four maternity units (T15, T25, and T19 twice) and five paternities (T17, T26, T3 and T16 twice) were assigned through the Cervus program. Four paternities ( $p < 0.001$ ; T17, T18 and T5 twice) and one maternity (T6) were assigned both by Cervus and Kinship. Likewise, four maternity units ( $p < 0.01$ ) were assigned by Kinship for two individuals (T15 twice and T6 twice). A significant relationship ( $p < 0.05$ ) was found between the jaguar T17 and the jaguars T23, T19 and T24. Subsequently, the Jaguar Regional Studbook for Colombia was updated including the paternity and maternity units that were assigned by Cervus that presented an exact comparison and relations by Kinship ( $p < 0.001$ ).

## General characteristics of the population

For 2010 the population of live jaguars was 25 specimens consisting of 44 % ( $n = 11$ ) males and 56 % ( $n = 14$ ) females. Of the population 80 % ( $n = 20$ ) corresponded to specimens of spotted phenotype (Figure 1) and 20 % ( $n = 5$ ) of the individuals corresponded to the melanistic phenotype (all females; Figure 2). At the reproductive level the population was composed of intact females (100 %,  $n = 14$ ), intact males (81.8 %,  $n = 9$ ) and vasectomized males (18.2 %,  $n = 2$ ). The ratio of males and females is, therefore, on the order of three females for every two intact males (3:2). Of the population 76 % ( $n = 19$ ) are between 9 and 16 years old. Only one male and two females were younger than 9 years (12 %) and two females and one male were older than 16 years (12 %).

From the total census and the comparative census of the population of jaguars that have come from the wild, those born in captivity were calculated. A notable differential population increase was found in male jaguars as compared to females between 1990 and 2000.

From the year 2000, there was a decrease in the total population numbers, mainly in the male group (Figure 3). The population increase observed was mainly due to the birth of captive animals, since the number of individuals from the wild remained constant. For the population of 25 specimens registered in 2010, there were 4 wild-born jaguars and 21 born in captivity (Figure 4). The population structure is of the rhomboid type, which occurs in populations without young individuals, a large number of individuals in middle age and a few in advanced age (Figure 5).

*Age-specific fertility rate (Mx).* In males the first reproductive event where fertilization occurred was at 2 years of age and the last at 22 years. The moment of maximum reproduction occurred between the ages of 16 and 22. For females the first fertile reproductive event also occurred at 2 years, the last at 25 years, and the moment of maximum reproduction occurred between 17 and 25 years (Figure 6).

*Age-specific survival rate (Px).* Males from 16 years of age showed a differential survival probability of 1. By age 22, only 50 % ( $P_{22} = 0.5$ ) of the animals will pass to the next age class and after 31 years no survivors are expected ( $P_{31} = 0$ ). As for females, it was found that after

14 years of age the probability of survival was less than 1 and continues decreasing. Around 24 years, only 50 % ( $P_{24} = 0.5$ ) of the animals will move on to the next age class and after 32 years, no survivors are expected ( $P_{32} = 0$ ; **Figure 7**).

*Age-specific survival ( $L_x$ )*. In males the survival rate decreased after 7 years and none survived after 32 years ( $L_{32} = 0$ ). For females the decrease in survival rate occurred after age 8, and none survived after age 33 ( $L_{33} = 0$ ; **Figure 8**).

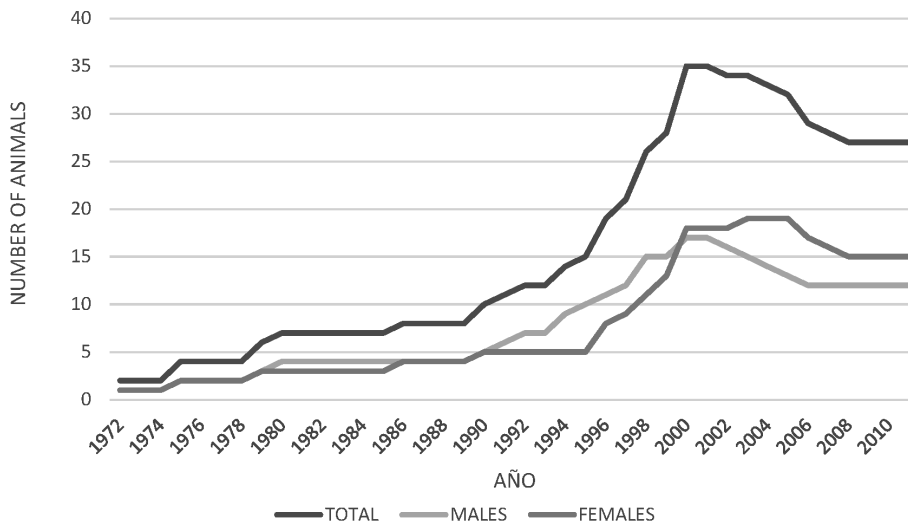
*Age-specific mortality rate ( $Q_x$ )*. A 5 % mortality rate was observed in males after 7 years ( $Q_7 = 0.05$ ), 35 % between 21 and 24 ( $Q_{21-24} = 0.35$ ), 50 % between 25 and 27 ( $Q_{25-27} = 0.5$ ), and 100 % after 30 years ( $Q_{30} = 1$ ). As for females, the mortality rate was 3 % from 8 years ( $Q_8 = 0.03$ ), 20 % at 16 years ( $Q_{16} = 0.2$ ), 30 % at 20 years ( $Q_{20} = 0.3$ ), 38 % between 22 and 24 years ( $Q_{22-24} = 0.38$ ), 50 % between 24 and 26 ( $Q_{24-26} = 0.5$ ) and 100% after 31 years ( $Q_{31} = 1$ ).



**Figure 1.** Spotted jaguar adult male. Santa Fe Zoo, Medellín Antioquia (Photography: Santiago Jiménez).



**Figure 2.** Melanic jaguar adult female. Santacruz Zoological Foundation San Antonio del Tequendama, Colombia (Photography: Santiago Jiménez).



**Figure 3.** Census of captive jaguars (*Panthera onca*) (Males, females and total) in captivity in Colombia 1970 y 2010.

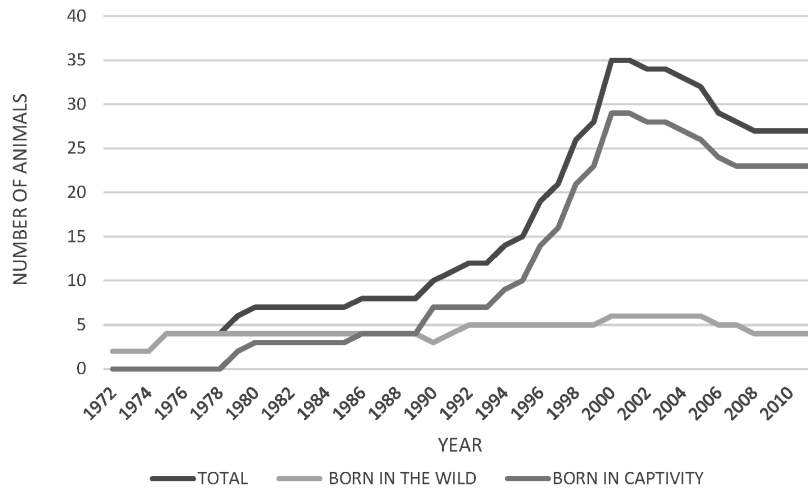


Figure 4. Census of captive jaguars (*Panthera onca*) (captive born vs born in the wild) in Colombia 1970 y 2010.

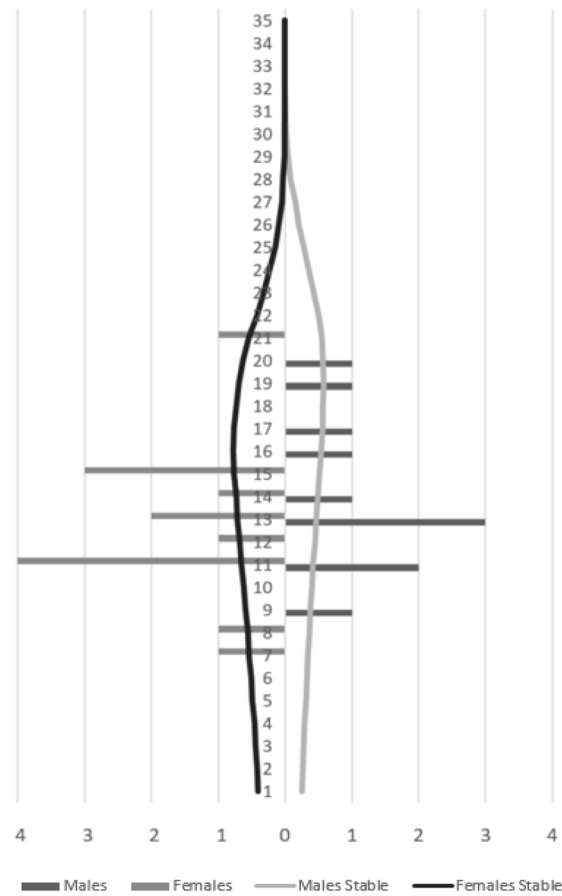
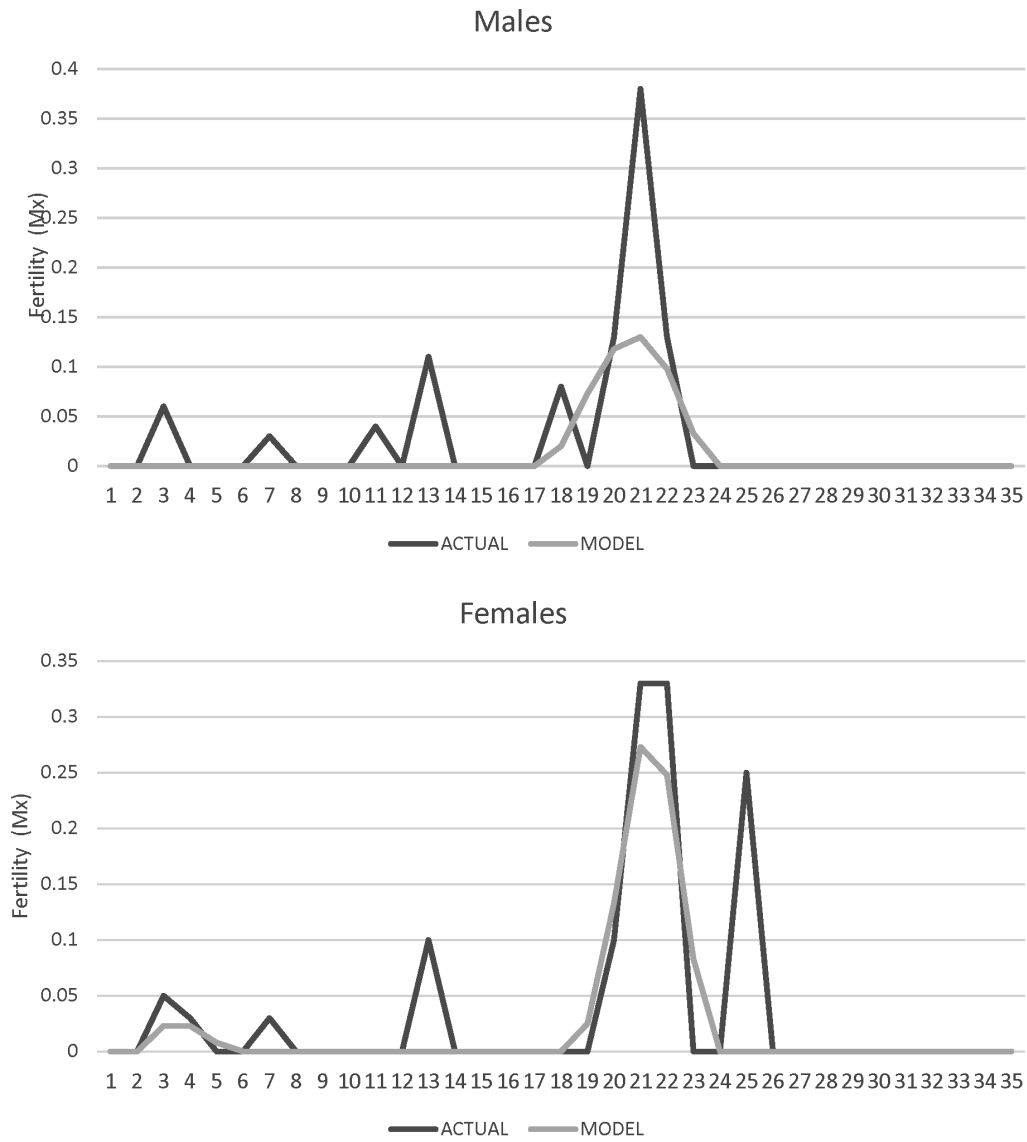


Figure 5. Age class distribution (*Panthera onca*) Males on the left (n=11) females on the right (n=14).



**Figure 6.** Fertility rate age specific (Mx) for jaguars (*Panthera onca*) for males and female jaguars (*Panthera onca*) in captivity in Colombian Zoos.

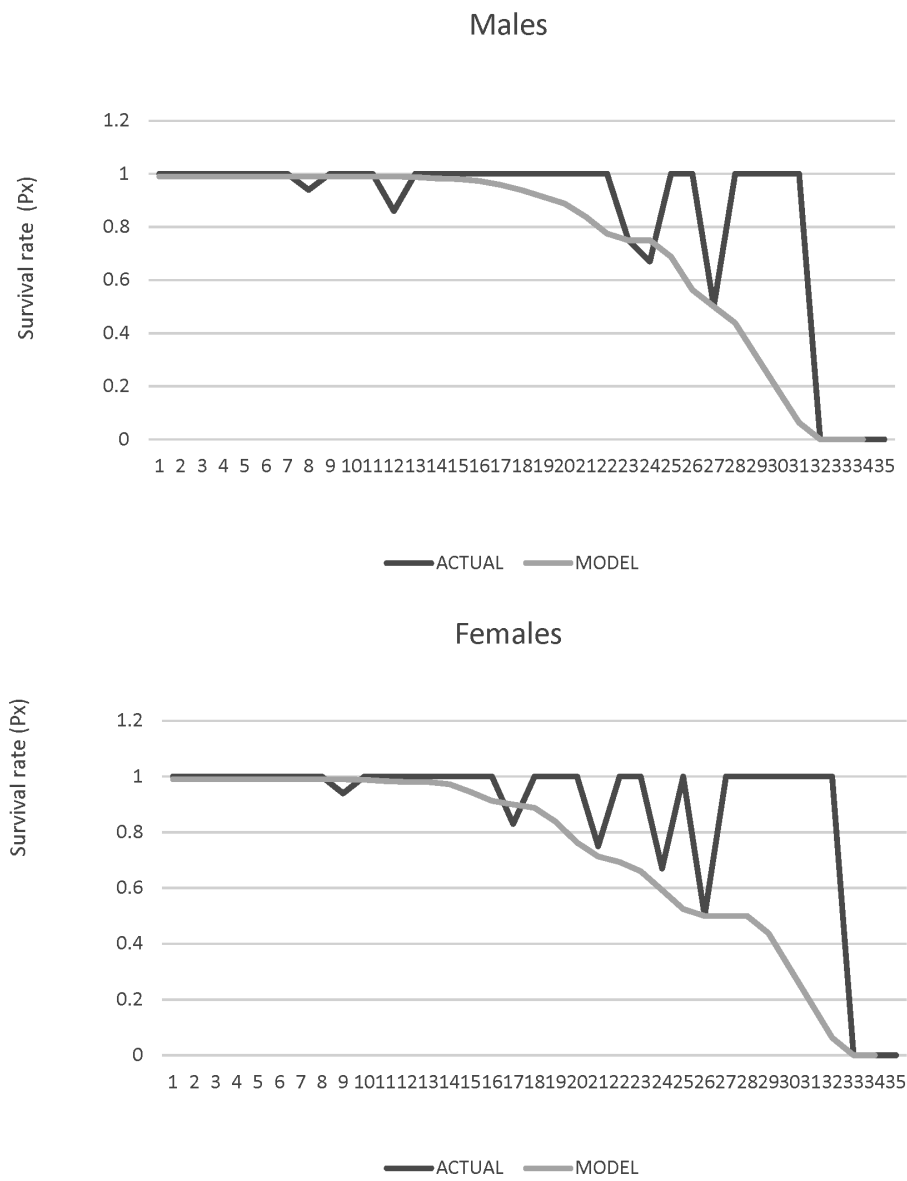
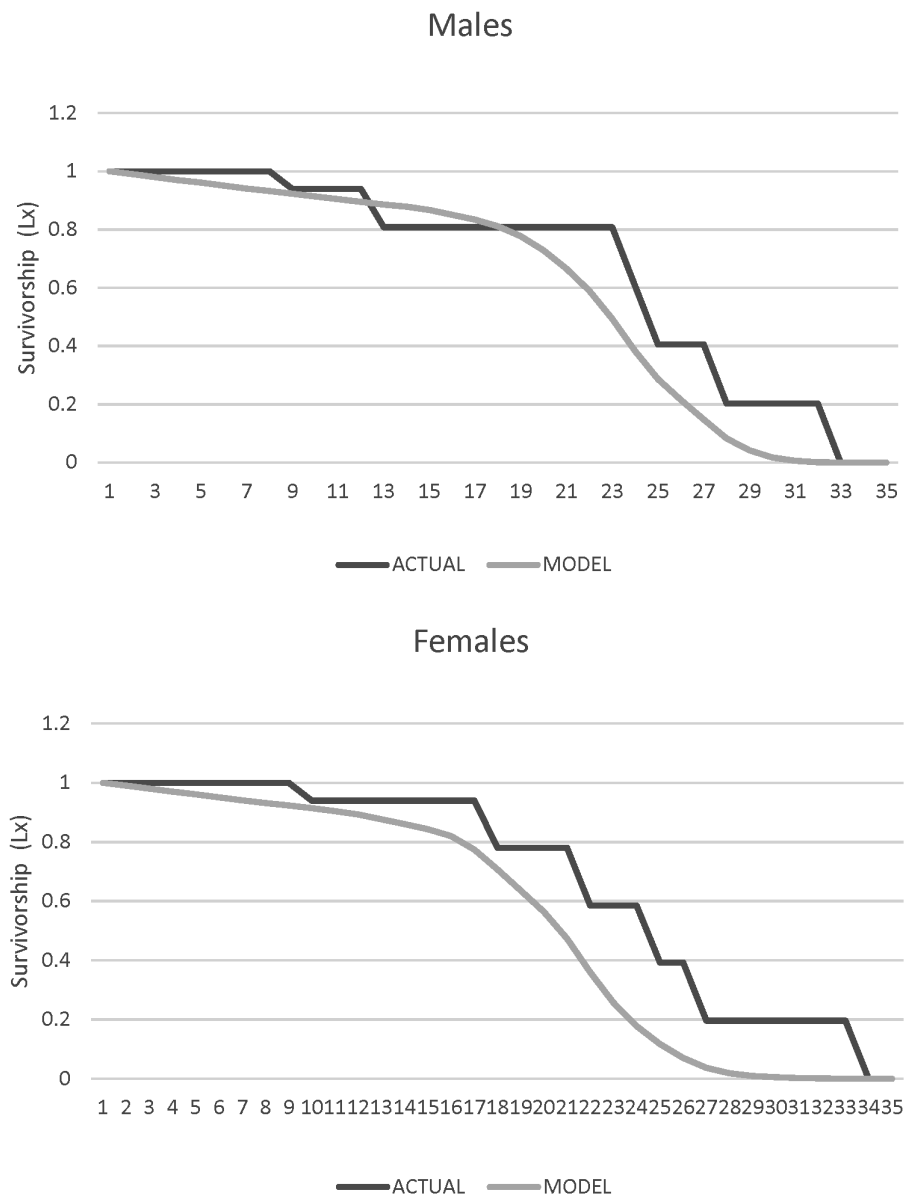


Figure 7. Survival rate age specific (Px) for males and female jaguars (*Panthera onca*) in captivity in Colombian Zoos.





**Figure 8.** Survivorship age specific ( $L_x$ ) for males and female jaguars (*Panthera onca*) in captivity in Colombian Zoos.

Average life expectancy. The average life expectancy was calculated for both males and females. The average life expectancy in females was lower than for males in the first 24 years of life. At 10 years the remaining life expectancy for females is 10 years while for males it is close to 12 years; after 20 years the life expectancy remaining for both males and females is less than 5 years (Figure 9).

*Reproductive value (Vx)*. It was found that the reproductive value of females tends to be greater between 15 and 23 years. That is, the reproduction of jaguars after 23 years of life would hardly be carried out (Figure 9).

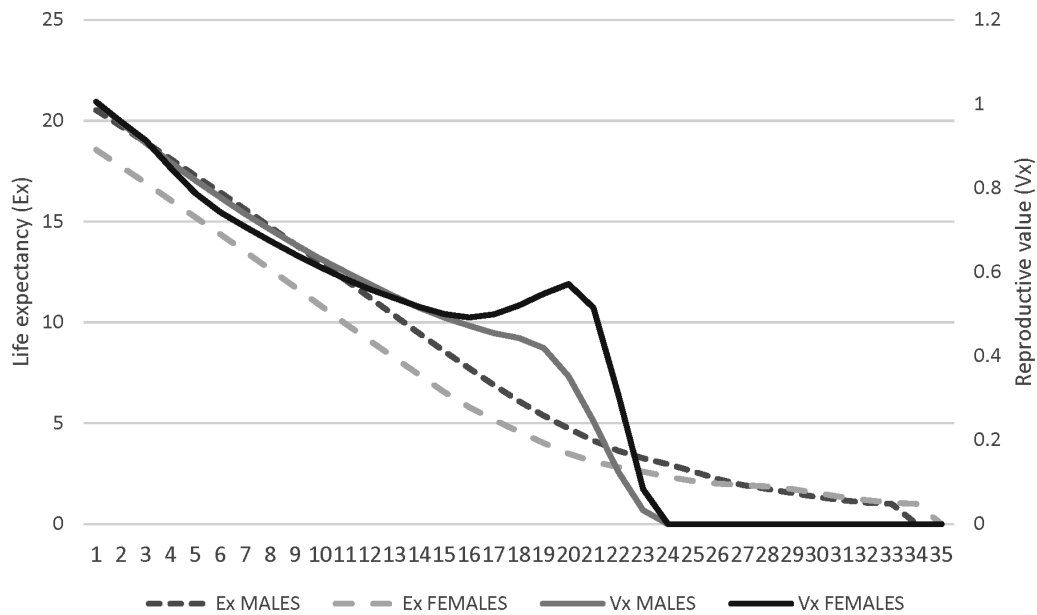
**Reproductive projections for males and females.** The current population represents 99 % of that of the previous year ( $\lambda = 0.9876$ ). The generational time (T) was longer for females (T = 18.21 years) than for males (T = 17.46 years). For the population model, with no reproductive management, the data shows that there would be a decrease in the population of males by 7 % ( $\lambda = 0.9313$ ) and females by 3.3 % ( $\lambda = 0.9667$ ), as well as an increase in generational time, both for males (T = 20.64) and for females (T = 21.92). Including these variables and taking into account the current number of males and females, we estimated that the projected number of males and females at twenty years (N20) would be 2.7 males and 7.1 females (Table 1). Using this data we calculated a graph of total reproductive projections including both males and females, without a reproductive management plan. Population decline to less than 10 individuals was observed taking into account the mortality rate. However, a projection of the population growth at 20 years using reproductive management was carried out as well, which increased the current number from 25 specimens to 40 adjusting capacity in the zoos of Colombia and assuming that the sex ratio of the offspring at birth was 50 %. From this information, the births that were needed to reach the size of the target population, the level of population growth ( $\lambda$ ) and the number of pairs needed were determined. These results determined that in order to reach the expected population number with reproductive management for 5 years, a population growth of 9.8 % per year ( $\lambda = 1.098$ ), with 3.3 births per year and 6.6 pairs would be needed to reach this goal. With reproductive management for 10 years, a population growth of 4.8 %

per year ( $\lambda = 1.048$ ) would be required, with 2.1 births per year and 4.2 pairs of jaguars would be needed to reach the population goal. With reproductive management for 15 years, a population growth of 3.1 % per year ( $\lambda = 1.031$ ) would be needed and 1.7 births per year and 3.4 jaguar pairs would be needed to reach the population goal. With reproductive management for 20 years, a population growth of 2.3 % per year ( $\lambda = 1.023$ ) would be needed with 1.5 births per year (in other words, 3 births in 2 years) and 3 pairs of jaguars would be needed to reach the population goal. (Table 2).

**Population Goals.** The goal for jaguars in Colombia is to maintain 90 % genetic diversity of the wild jaguar population over a period of 100 years. Population goals were obtained without involving any type of reproductive management (Figure 10). There was a decrease in the constant population numbers and loss of genetic diversity that drops from 75 % between the first 10 and 20 years. With reproductive management simply increasing the population from 25 to 37 specimens and by introducing a founding animal every year, genetic diversity would increase from 78 % to 90 % in the time between 40 and 50 years of management, and generational time would decrease from 21 years to 12 years. The selection criteria for pairing used the average kinship value and the geographic location.

A population goal was proposed to conserve 90 % of the genetic diversity for 100 years (Figure 11), taking into account the following variables: generation time (T = 12); population growth rate ( $\lambda = 1.02$ ); current population size (N = 25); current effective population number (Ne = 6.5); Ne / N ratio (0.26); current genetic diversity (GD = 0.78); maximum population allowed (n = 40); population required to reach goals (n = 37); and the equivalent of founder genome (EGF) recruited by each new founder (FGE = 0.4; Table 3).

**Matching selection.** The male and female specimens were organized according to their MK kinship value. It included the males and females alive in 2010 with 100% of the known pedigree that when mating with each other would have a progeny with an F = 0.



**Figure 9.** Reproductive value (Vx) and life expectancy (Ex) for males and female jaguars (*Panthera onca*) in captivity in Colombian Zoos.

**Table 1.** Demographic characteristics for the captive jaguar population in 2010 (*Panthera onca*) in Colombian zoos.

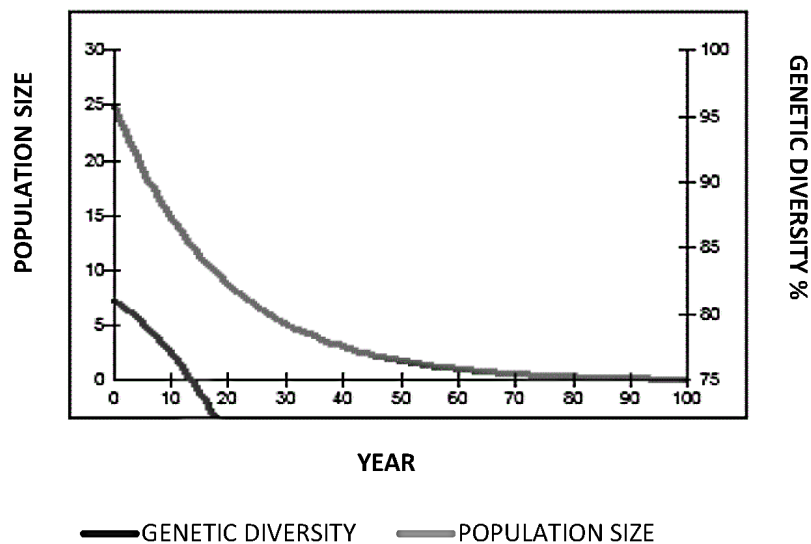
	Actual population 2010		Model population 2010	
	MALES	FEMALES	MALES	FEMALES
$\lambda$	0.9876	0.9917	0.9313	0.9667
r	-0.0124	-0.0124	-0.0712	-0.03380
T	17.46	18.21	20.64	21.92
N	11	14	11	14
N20	8.6	11.9	2.7	7.1

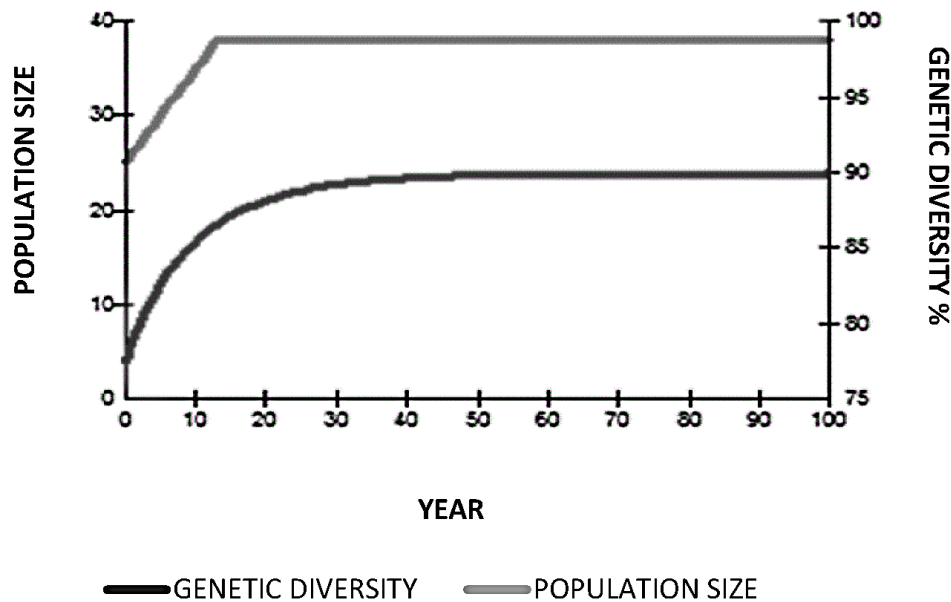
**Table 2.** Projections for the captive population of jaguars (*Panthera onca*) with reproductive management for 5, 10, 15 y 20 years.

	Reproductive management			
	5 years	10 years	15 years	20 years
Population growth ( $\lambda$ )	1.098	1.048	1.031	1.023
Annual births	3.3	2.1	1.7	1.5
Couples	6.6	4.2	3.4	3

**Table 3.** Projections for the captive population of jaguars (*Panthera onca*) with reproductive management for 5, 10, 15 y 20 years.

	No reproductive management	Reproductive management
Retained genetic diversity	6.3%	90%
Generational Time (T)	21.3	12
Population growth rate ( $\lambda$ )	0.949	1
Population size (N)	25	25
Effective population size ( $N_e$ )	6.5	6.5
$N_e/N$ ratio	0.26	0.26
Current genetic diversity (DG)	0.78	0.78
Maximum allowed population	25	40
Population to reach goals	37	37
New founders needed to reach goals		1
Starting year of introduction of new founders		1
Stopping year of introduction of new founders		100
Years between adding new founders.		1
Founder equivalent genome (FGE) recruited for each new founder.		0.4

**Figure 10.** Population goals projections for 100 years (*Panthera onca*) without reproductive management.



**Figure 11.** Population goals projections for 100 years (*Panthera onca*) with reproductive management.

## Discussion

During the research, limitations were found regarding the type of records handled in the different zoos. The records date from the 80s and 90s and are not uniform for the type of information collected. Instead the records depended on the criteria of each professional in charge of the collections, leaving gaps with each administrative change, and they did not obey a general consensus among all the zoos. For this reason the loss of information is high for the movement of animals, deaths and births. However, the situation changed in 2000, when all zoos unified their types of records. From this date more complete information about each animal is found. Other limitations during the characterization of the population of captive jaguars in Colombia are similar to those found in the organization of the jaguar studbook in European zoos (Drury *et al.*, 2005), with the difference that in Europe these data have been recorded for nearly a century, while in Colombia the development of this activity is only 35 years old. Similar difficulties arose in the elaboration of the jaguar studbook in Mexico (Rueda-Zozaya *et al.*, 2016).

In 2010 the population of Colombian jaguars was composed mainly of adults over 10 years. This indicated that in the future there would be a population

decline in captive jaguars in Colombia, if there was no generational relief, either by captive breeding providing a population base of young individuals or by the addition to the population of wild-origin specimens. Wild jaguars have their origin from illegal animal traffic, confiscated by environmental authorities, and, after a rigorous evaluation, it is concluded that they would not survive in an eventual release (Zarrate-Charry *et al.*, 2009).

This research was conducted as a model that could be implemented for any captive species. By having a variable population in genetic terms, the conservation level impact is extraordinary, because any wild population on the verge of extinction and with poor genetic variability would benefit from receiving new genetic material from a healthy captive population. As for the release of individuals, the impact would be much less for the revitalization of a threatened population. The contribution would be significant if a structured population of individuals is released in which reproduction has already occurred and viable offspring have been produced, or by introducing gametes or embryos from the captive population to the wild population, in order for young to be born in freedom to be educated by their mother naturally, increasing the chances of survival (Jiménez *et al.*, 2017a, 2017b; Jiménez, 2017).

The male: female ratio of 2:3 indicates that it is necessary to increase the number of uncastrated males to stabilize the gender ratio, considering that the male: female ratio should be 1: 1 (Drury *et al.*, 2005). This ratio of 1:1 would ensure that the possible male and female founders have the same probability of transmitting their gametes to contribute to an increase of genetic variability of the population, in contrast to how it occurs in domestic animals, in which the ratio can often be one male for several females. In this case only the alleles of that male would be represented in the population, increasing the risks of inbreeding.

Taking into account that melanism is transmitted by dominance and that the spotted expression is expressed by recessive homozygosis, it can be inferred, according to the Mendelian segregation law, that finding that 87 % of captive jaguars in Colombia are spotted, there is an excess of recessive homozygous and a deficit of heterozygous and dominant homozygous for the phenotypic expression of melanism (Eizirik *et al.*, 2003).

Evidence was found that jaguars effectively reproduced in captivity between the years 1990 and 2000 and the number of specimens increased from 10 to about 35. This increase in population was mainly due to captive breeding rather than to the entry of animals from wildlife. As of the year 2000, a population decline began, mainly due to the natural incidence of the mortality rate, the interruption of controlled mating and the low increase of the population due to new founding animals.

If it is considered that the reproductive life of *Panthera onca* begins at 2 years and ends near 25 years, in the captive population the initial age would coincide with the age at which the wild subadults move away from their mother to lead an independent life and when these are considered reproductively suitable. The range of greater specific fertility for the age found for males was between 16 and 22 years and for females between 17 and 25 years suggests that it is a reflection of the moments of controlled reproduction according to managed conditions of the population in each zoo. At present, since there are few animals between those ages, it would be necessary to use the youngest specimens in the processes of controlled or assisted reproduction.

The growth, survival, mortality and life expectancy rates found depend on different factors related both to the nature of the species and to human intervention, represented by permanent care, constant food administration and medical care that is both preventive

and curative. Taking these considerations into account and ruling out idiopathic pathologies or accidents, we found that the life expectancy of captive jaguars in Colombia is similar to the 25-year life expectancy reported for jaguars in European zoos (Drury *et al.*, 2005).

In general, the Species Survival Plans try to maintain as much genetic diversity as possible from captive species (Hampson & Schwitzer, 2016) without confiscated animals, which must be progressively reduced with population education programs. Due to space limitations in Colombia's zoos a reasonable objective has been set to maintain 90 % of this variability for jaguars for a period of 100 years (Lacy, 2013). In other felids, such as Siberian tigers (*Panthera tigris altaica*), a time of 200 years has been set. The population analyses in captivity of the Siberian tiger indicate that they have a generational period of seven years, while for captive jaguars this is close to 20 years, due to the current management conditions. But the generational period for jaguars could diminish much more when changing the strategies of reproduction with knowledge of the parental lines of the animals in captivity. The number of founders in the Siberian tiger plan was 34, while the number of founder jaguars in Colombia was 7. As the initial number of founders is so low, 12 to 15 new founders would be needed to preserve the genetic diversity of 90 % for 100 years, while in the case of Siberian tigers another 10 or 12 unrelated founders are needed, so that a population of 175 tigers retain 90 % of their genetic diversity over the next 200 years (Seidensticker & Lumpkin, 1996).

To achieve this objective it is necessary to improve the registration databases and to keep the Studbook updated (Flesness, 2003). Given that the population of captive jaguars in Colombia is decreasing ( $\lambda = 0.9876$ ), it is essential to implement a reproductive management plan such as the one proposed in this study, to stabilize the population and to avoid losing the gene pool. Thus, it is necessary to promote controlled breeding and the entry of new founders, especially males, to restore the balance of sexes, in order to maintain a pyramid-shaped population structure.

It is also important to reduce the generational time. This can be done by including young individuals in the breeding programs. When doing this, the maximum fertility rate will be at an earlier age, which will be reflected in an increase in the years of reproductive life of each specimen. This program must include an assessment of kinship to maximize genetic diversity. The pairings must look for minimum consanguinity,

which is achieved if the pedigrees of each pair are known and the MK and F values are established (Leus *et al.*, 2011).

Camelo (2014) published a Studbook based only on records, different from the studbook presented in this study. That author included the new data from between the years 2010 and 2014 and data from the Cali Zoo. This report does not know the parental and maternal origin of most of the data. The lack of parental information invalidates the results of any reproductive analysis. It is important that the kinship studies continue and be analyzed periodically, in order to assess the status of the captive population and the progress or regression in maintaining the genetic diversity of the population.

Our study resolved part of these questions. The parental origin of eight specimens located in the zoo of Matecaña and Santa Fe (T11, T21, T16, T18, T23, T24, T40 and T9) was elucidated providing a more robust population structure for demographic analysis. Before carrying out the study, the origin of the pedigree of the population of jaguars was known in 28.9% of the cases ( $n = 11$ ), and after the construction of the population pedigree 55.3 % ( $n = 21$ ) were known. This optimizes the information by 98 % and shows the advantages of using microsatellites as a complement in the update of the studbook. From this it was possible to obtain an accurate record of the origin of live specimens in the population, which can be used in current and future population management programs, involving controlled crossings to avoid consanguinity and thus keep the population variable in genetic terms as a research model (Jiménez *et al.*, 2017a; 2017b). In this way this study is a useful tool for zoos to develop their plans for reproduction.

It is also necessary to program matings with prior knowledge of the reproductive physiology of the species. This makes it necessary to carry out research focused on characterizing the jaguar's estrous cycle in tropical conditions through endocrine analysis and on the analysis of gametes, both male and female (Jiménez *et al.*, 2017b; Jiménez, 2017). To conclude, this research has demonstrated the importance of integrating demography, genetics and reproduction as solid pillars in the ex situ conservation of wild felids in Colombia.

## Referencias

- Ballou, J.D. & Foose, T.J. (1996). *Wild Mammals in Captivity*. Principles & Techniques for Zoo Management. Chicago: USA: University of Chicago Press. 219 pp.
- Camelo, V. (2014). *Studbook Nacional de Jaguar (Panthera onca)*. Bogotá D.C.: Acopazoa. 34 pp.
- Caughley, G. (1977). *Analysis of vertebrate populations*. New York: John Wiley and Sons. 234 pp
- Drury, H., Hill S. & Saccheri I. (2005). Investigation into inbreeding en European Zoo Population of jaguars (*Panthera onca*). *Zoo Research News. BIAZA Research Newsletter*, 6(4).
- Eizirik, E., Yuhki, N., Johnson, W.E., Menotti-Raymond, M., Hannah, S.S. & O'Brien, S.J. (2003). Molecular genetics and evolution of melanism in the cat family. *Current Biology*, 13(5), 448-453.
- Flesness, N. R. (2003). International Species Information System (ISIS): Over 25 years of compiling global animal data to facilitate collection and population management. *International Zoo Yearbook*, 38, 53-61.
- Goodnight, K.F. (2004). Kinship 1.2. User Manual.
- Hampson, M.C. & Schwitzer, C. (2016). Effects of Hand-Rearing on Reproductive Success in Captive Large Cats *Panthera tigris altaica*, *Uncia uncia*, *Acinonyx jubatus* and *Neofelis nebulosa*. *PLoS One*, 11(5).
- Henkel, J.R., Jones, K.L., Hereford, S.G., Savoie, M.L., Leibo, S.P. & Howard, J.J. (2012). Integrating microsatellite and pedigree analyses to facilitate the captive management of the endangered Mississippi sandhill crane (*Grus canadensis pulla*). *Zoo Biology*, 31(3).
- International species information system (ISIS). (2005). User manual for SPARKS single population analysis and records keeping system.
- Jiménez, S. & Moreno, W. (2004). Manejo y anestesia en cinco especies de félidos en cautiverio en parques zoológicos de Colombia. *Revista UDCA, Actualidad y Divulgación Científica*, 6, 73-83.
- Jiménez, S. (2017). *Caracterización demográfica, genética y reproductiva de jaguares cautivos (Panthera onca) en cautiverio en parques zoológicos de Colombia*. (Trabajo de grado). Bogotá D. C.: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Departamento de salud animal. 129 pp.
- Jiménez, S., Ruiz-García, M., Maldonado, J., Jiménez, L., Sánchez, A., Wilbert, T., . . . Jiménez, C. (2017a).

- Genetic Characterization of Jaguars (*Panthera onca*) in Captivity in Zoological Parks of Colombia. En Shrivastav A.B & Singh KP (Eds.). *Big Cats*. 73-91 pp. Rijeka Croacia. Intech.
- Jiménez, S., Howard, J. G., Brown, J., Grajales, H., Pinzón, J., Monsalve, H., . . . Jimenez Escobar, C. (2017b). Reproductive analysis of male and female captive jaguars (*Panthera onca*) in a Colombian zoological park. *Theriogenology*, *89*, 192-200.
- Juffe-Bignoli, D., Brooks, T. M., Butchart, S. H. M., Jenkins, R. B., Boe, K., Hoffmann, M., . . . Kingston, N. (2016). Assessing the Cost of Global Biodiversity and Conservation Knowledge. *PLoS One*, *11*(8), e0160640.
- Lacy, R. C. (2013). Achieving True Sustainability of Zoo Populations. *Zoo Biology*, *32*(1), 19-26.
- Leus, K., Traylor-Holzer, K. & Lacy, R.C. (2011). Genetic and demographic population management in zoos and aquariums: recent developments, future challenges and opportunities for scientific research. *International Zoo Yearbook*, *45*(1), 213-225.
- Li, M. H., Strandén, I. & Kantanen, J. (2009). Genetic diversity and pedigree analysis of the Finnsheep breed. *Journal of animal science*, *87*(5), 1598-605.
- Lockyear, K.M., Waddell, W.T., Goodrowe, K.L. & MacDonald, S. E. (2009). Retrospective investigation of captive red wolf reproductive success in relation to age and inbreeding. *Zoo Biology*, *28*(3), 214-229.
- Menotti-Raymond, M. & O'Brien, S.J. (1995). Evolutionary conservation of ten microsatellite loci in four species of Felidae. *Journal of Heredity*, *86*(4), 319-22.
- Pollak, J. P., Lacy R. C. & Ballou J. D. (2005). *Population Management 2000*, version 1.213. Brookfield, IL.: Chicago Zoological Society.
- Seidensticker, L. & Lumpkin, S. (1992). *Felinos*. Barcelona: Plaza y Janes. Colección Materia viva. 240 pp.
- Rueda-Zozaya, P., Mendoza-Martínez, G. D., Martínez-Gómez, D., Monroy-Vilchis, O., Godoy, J. A., Sunny, A., . . . Herrera-Haro, J. (2016). Genetic variability and structure of jaguar (*Panthera onca*) in Mexican zoos. *Genetica*, *144*(1), 59-69.
- Ruiz-García, M., Payán, E., Murillo, A., Álvarez, D. (2006). DNA Microsatellite characterization of the Jaguar (*Panthera onca*) in Colombia. *Genes and Genetics Systems*, *81*, 115-127.
- Zarrate-Charry, D., Laverde Trujillo, L., Balaguera-Reina, S., González-Maya, J. & Trujillo, F. (2010). Rescate y manejo de fauna silvestre ex situ en Colombia: Estudio de caso de un jaguar (*Panthera onca*) en la Orinoquía Colombiana. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, *4*(1), 81-89.



**Santiago Jiménez González**

Norbeck Animal Clinic  
Silver Spring, United States of America  
[santiaklen@gmail.com](mailto:santiaklen@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0001-9300-1712>

**Haydy Monsalve Redwan**

Fundación Zoológico Santacruz  
San Antonio Del Tequendama, Cundinamarca, Colombia

**María Angélica Moreno Duarte**

Bioparque Ukumari  
Pereira, Colombia  
<https://orcid.org/0000-0003-1734-5403>

**Claudia Jiménez Escobar**

Universidad Nacional de Colombia  
Bogotá, Colombia  
[cjimeneze@unal.edu.co](mailto:cjimeneze@unal.edu.co)  
<https://orcid.org/0000-0002-7826-1652>

---

**Demographic analysis for the reproductive management of captive jaguars (*Panthera onca*) in Colombian zoos**

**Citación del artículo:** Jiménez, S., Monsalve, H., Moreno, M.A. & Jiménez, C. (2020). Demographic analysis for the reproductive management of captive jaguars (*Panthera onca*) in Colombian zoos. *Biota Colombiana*, 21(1), 86-103. DOI: [10.21068/c2020.v21n01a06](https://doi.org/10.21068/c2020.v21n01a06).

**Recibido:** 1 de agosto de 2018  
**Aprobado:** 29 de noviembre de 2019

## Nota

---

# Ampliación del área de distribución de *Micrurus camilae* (Serpentes: Elapidae) en el Caribe colombiano

Range extension of *Micrurus camilae* (Serpentes: Elapidae) in the Colombian Caribbean

Sergio Alejandro Peláez Plazas <sup>ib</sup>, Lilia Alejandra Perlaza Berrío <sup>ib</sup>

---

## Resumen

Se presenta el primer registro de la especie *Micrurus camilae* para el departamento de Sucre, Colombia, ampliando su área de distribución y contribuyendo con datos sobre su hábitat. El individuo se encontró en un parche de vegetación en bosque seco tropical, a diferencia de los reportes anteriores donde se localiza en bosque húmedo tropical.

**Palabras clave.** Bosque seco tropical. Bosque húmedo tropical. Elapidae. Proteroglifa. Rango de Distribución.

## Abstract

We present the first record of the snake *Micrurus camilae* for the department of Sucre, Colombia, extending its known distribution area and contributing with data about its habitat. The specimen was found in a tropical dry forest patch, in contrast with previous records, in which *M. camilae* was located in tropical rainforests.

**Keywords.** Distributional Range. Elapidae. Proteroglyphous. Tropical dry forest. Tropical rainforest.

## Introducción

El género *Micrurus* (Elapidae) comprende aproximadamente 31 especies en Colombia, siendo uno de los grupos de serpientes más diversos en el país (Uetz *et al.*, 2019). Estas serpientes se distribuyen principalmente en bosques húmedos y secos y en bosques premontanos (Pitalua *et al.*, 2018). Los individuos de este género presentan hábitos fosoriales, crepusculares, y una dentición proteroglifa que le permite suministrar un potente veneno neurotóxico (Pitalua *et al.*, 2018).

*Micrurus camilae* es endémica de Colombia. En su descripción original se señala que la especie habita en el

bosque húmedo tropical del municipio de Tierralta, Córdoba (Renjifo & Lundberg, 2003). Posteriormente, se realizaron tres registros de la especie en los municipios de Valencia (departamento de Córdoba), La Lizama y El Cedral (departamento de Santander) y Tarazá (departamento de Antioquia; Alzate, 2014; Meneses-Pelayo & Caballero, 2019; Ines Hladki *et al.*, 2016). Hasta el momento para esta especie no se han reportado datos ecológicos o su estado de conservación, debido a que la información actual es deficiente (Alzate, 2014; Ines Hladki *et al.*, 2016). Sin embargo, con estos reportes se ha concluido que la especie habita en zonas con alto grado de fragmentación e intervención antrópica (Meneses-Pelayo & Caballero, 2019).

*Micrurus camilae* se caracteriza por presentar un patrón de coloración bicolor de anillos negros y amarillos, con una franja ancha mediodorsal de color rojo a lo largo de todo el cuerpo (Renjifo & Lundberg, 2003). El primer anillo se inicia sobre la región occipital, cubriendo las escamas dorsales. Presenta de 30 a 35 anillos amarillos (de 3 a 7 escamas de ancho) alternados con 31 a 36 anillos negros (de 4 a 8 escamas de ancho), cola con 4 anillos negros, 4 amarillos y escama anal dividida (Renjifo & Lundberg, 2003). Este estudio presenta el primer registro de la especie *Micrurus camilae* para el departamento de Sucre, Colombia, extendiendo hacia el norte su rango de distribución y contribuyendo con datos sobre su hábitat.

## Materiales y métodos

En enero de 2017 (época seca), se encontró un individuo de *Micrurus camilae* en un parche de vegetación herbácea y hojarasca cerca de la zona que limita con la hacienda Pajarito, en el municipio de Colosó, Sucre (9°31'47.3"N, 75°21'54.7"O, Figura 1). La técnica empleada para el registro del espécimen fue inspección por encuentro visual (VES) y la determinación del individuo siguió la descripción de Renjifo & Lundberg (2003). El ejemplar no fue recolectado; solo se obtuvieron registros fotográficos.

## Resultados

El individuo de *Micrurus camilae* se observó reposando sobre vegetación herbácea y hojarasca en horas de la mañana (alrededor de las 9:00 am) cerca de la quebrada Charco Azul, a una altura de 145 m s.n.m.

El patrón de coloración del cuerpo es similar al descrito por Renjifo & Lundberg (2003): 34 anillos negros que cubren de 4 a 7 escamas dorsales de ancho alternados con 34 amarillos de 4 a 5 escamas de ancho; 4 anillos negros, 4 amarillos en la cola y escama anal dividida (Figura 2). No obstante, el patrón de coloración de la cabeza se asemeja más a la descripción del individuo encontrado por Meneses-Pelayo & Caballero (2019) en el valle medio del río Magdalena, al presentar dos anillos negros discontinuos, el primero cubriendo la escama rostral, y el segundo cubriendo las escamas frontal, supraocular, preocular, postocular y parte anterior de las escamas parietales; las escamas internasales y prefrontales son de color rojo, mientras que Renjifo

& Lundberg (2003) describen la coloración de la cabeza como totalmente negra (desde la rostral hasta las supraoculares, incluyendo la frontal y la parte posterior de la parietal). Sin embargo, la disposición de las escamas se ajusta a la descripción de los autores, siendo la escama rostral más ancha que alta y visible dorsalmente, dos internasales más largas que anchas, escama frontal y dos escamas parietales más largas que ancha, escama loreal ausente, nasales divididas y una preocula más larga que ancha (Renjifo & Lundberg, 2003).

## Discusión

En los trabajos realizados en el bosque seco tropical de los montes de María (Sucre, Colombia) se han registrado 33 especies de serpientes (Galván *et al.*, 2009; Pineda *et al.*, 2015), de las cuales se reconocen dos de elápidos: *Micrurus dissoleucus* y *Micrurus* sp. (Galván *et al.*, 2009). Sin embargo, no existe una caracterización morfológica de *Micrurus* sp. para poder compararla con las demás especies de elápidos de la zona, incluyendo a *M. camilae*. En otros trabajos se compara esa especie con *M. dissoleucus* y *M. dumerilii*, mostrando únicamente que las tres especies son ovíparas y que difieren notablemente en el patrón de coloración (Vargas *et al.*, 2019).

Trabajos previos (Alzate, 2014; Ines Hladki *et al.*, 2016; Meneses-Pelayo & Caballero, 2019; Renjifo & Lundberg, 2003), han señalado que *M. camilae* se encuentra en bosque húmedo tropical, entre 88 y 176 m s.n.m. En este estudio, *M. camilae* se encontró en un fragmento de bosque seco tropical a una altura de 145 m s.n.m., 190 km al noreste de la localidad más septentrional conocida hasta ahora para la especie. Es necesario ampliar los estudios sobre *M. camilae* para conocer su densidad poblacional y estado de amenaza, con el fin de promover su conservación y protección.

## Agradecimientos

Agradecemos a la Corporación Autónoma Regional de Sucre (CARSucre) por brindarnos la oportunidad ingresar a la estación Primatológica de Colosó; a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por su apoyo durante esta investigación; al señor Pedro Márquez por su paciencia y compañía en algunos de nuestros muestreos; y al profesor Oscar Javier Mahecha por su apoyo y dirección en este proyecto.

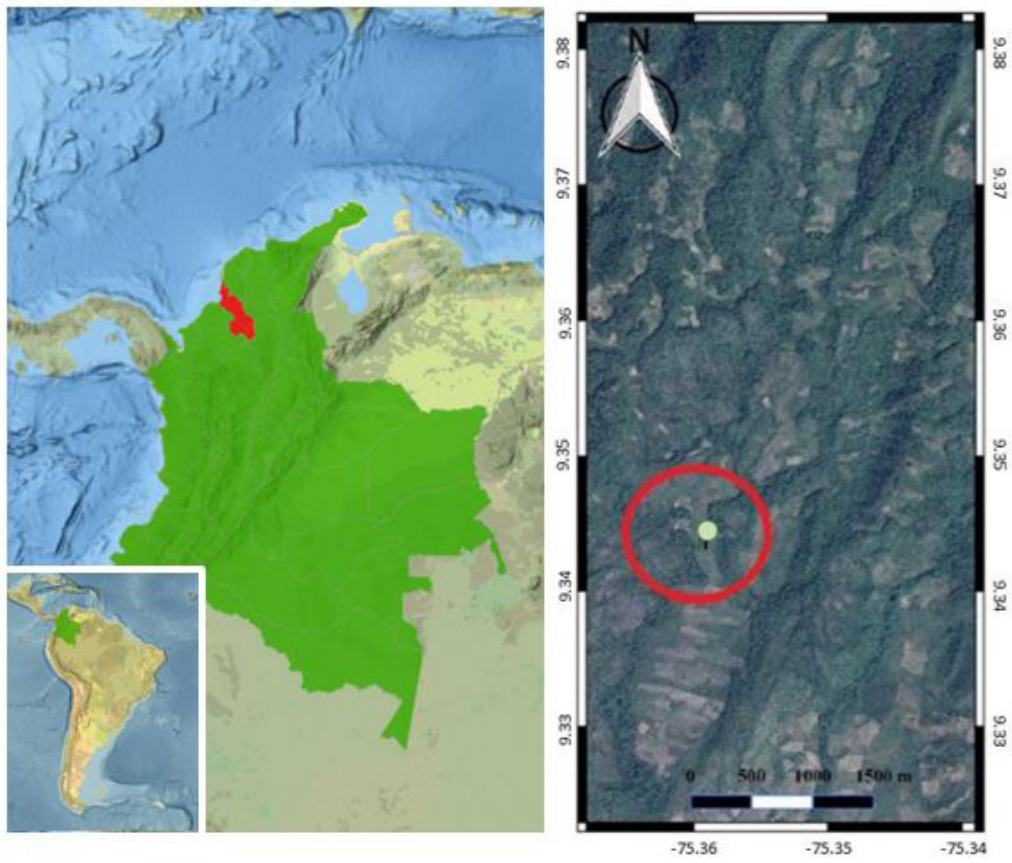


Figura 1. Localización del registro de *Micrurus camilae* en el municipio de Colosó, departamento de Sucre, Colombia.

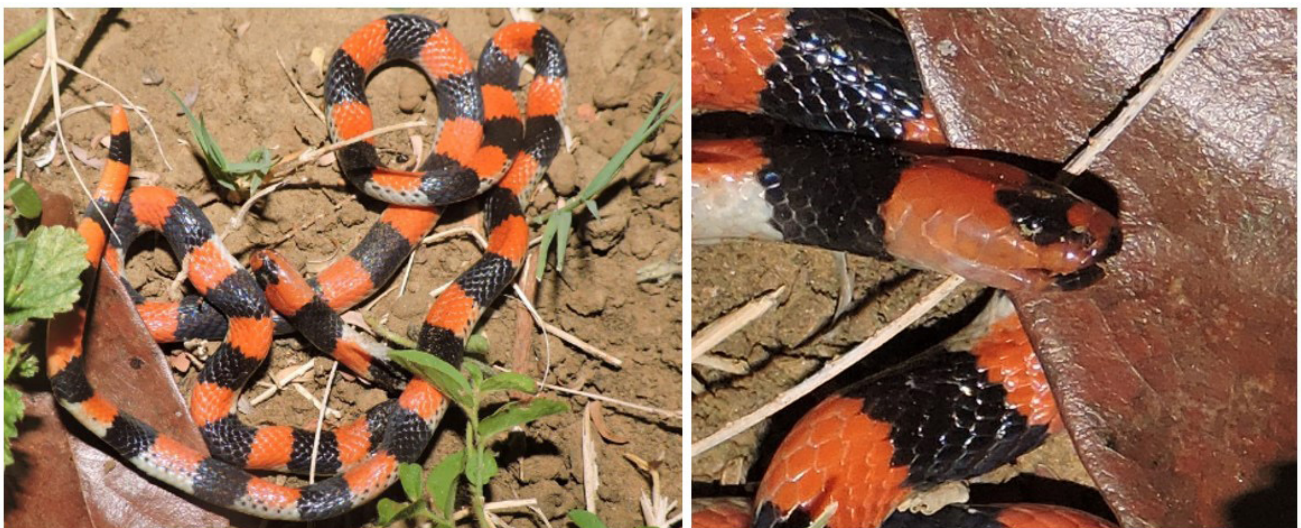


Figura 2. Individuo de *Micrurus camilae* en Colosó, Sucre, Colombia.

## Referencias

- Alzate, E. (2014). Geographic distribution: *Micrurus camilae*. *Herpetological Review*, 45(2), 285-286.
- Galván, S., Sierra, M., Gómez, F., De La Ossa, V. & Fajardo, A. (2009). Biodiversidad en el área de influencia de la Estación Primates de Colosó, Sucre, Colombia. *Revista Colombiana Ciencia Animal*, 1(1), 98-121. <https://doi.org/10.24188/recia.v1.n1.2009.417>
- González, C., Cabrera, O., Munstermann, L. & Ferro, C. (2006). Distribución de los vectores de *Leishmania infantum* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) en Colombia. *Biomedica*, 26(1), 3-4. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v26i1.1501>
- Ines Hladki, A., Ramírez, M., Renjifo, J. & Urbina, N. (2016). *Micrurus camilae*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2016*: e.T44581946A44581949. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS>.
- Lehtinen, R., Ramanamanjato, J. & Raveloarison, J. (2003). Edge effects and extinction proneness in a herpetofauna from Madagascar. *Biodiversity and Conservation*, 12(7), 1357-1370. <https://doi.org/10.1023/A:1023673301850>
- Meneses-Pelayo, E. & Caballero, D. (2019). New records and an updated map of distribution of *Micrurus camilae* Renjifo & Lundberg, 2003 (Elapidae) for Colombia. *Check List*, 5(3), 465-469. <https://doi.org/10.15560/15.3.465>
- Molina, C. Señaris, J., Lampo M. & Rial, A. (eds.). (2009). *Introducción a los anfibios de Venezuela: Estado del conocimiento y recomendaciones para su conservación*. (Informe técnico). Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela, Conservación Internacional Venezuela, Instituto de Zoología y Ecología Tropical. 23 pp.
- Mueses, V. (2011). Conservación de la biodiversidad o desarrollo social: una deliberación bioética (Tesis de maestría). Bogotá D. C.: Pontificia Universidad Javeriana, Instituto de Bioética. 37 pp.
- Pineda, A., Jiménez, S., Fernández, C., Peña, L., Granda, H., Morelo, L., Vela, I. & González, J. (2015). *Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de EcoPetrol: Ventana Montes de María, Colosó, Sucre*. (Informe Técnico). Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 30 pp.
- Pitalua, Y., Rengifo J. & Rivas, L. (2018). Aportes a la distribución del género *Micrurus* (Serpentes: Elapidae) en el Departamento del Chocó, Colombia. *Revista Colombiana Ciencia Animal*, 10(2), 131-142. <https://doi.org/10.24188/recia.v10.n2.2018.649>
- Renjifo, J. & Lundberg M. (2003). Una especie nueva de serpiente coral (Elapidae, *Micrurus*), de la región de Urrá, municipio de Tierra Alta, Córdoba, Noroccidente de Colombia. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 27(102), 142-144.
- Uetz, P., Freed, P. & Hosek, J. (eds). (2019). The Reptile Database. Retrieved from <http://www.reptile-database.org>
- Vargas, F., Muñoz, J. & Morales, M. (Coord.) (2019). *Biología de los anfibios y reptiles en el bosque seco tropical del norte de Colombia*. Tunja, Colombia: Editorial UPTC.

**Sergio Alejandro Peláez Plazas**  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Bogotá, Colombia  
sergi.alejopelaez@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-8357-2199>

**Lilia Alejandra Perlaza Berrío**  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Bogotá, Colombia  
li.alejandraperlazaberrío@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-0138-1242>

---

**Ampliación del área de distribución de *Micrurus camilae* (Serpentes: Elapidae) en el Caribe colombiano**

**Citación del artículo:** Peláez, S.A. & Perlaza, L.A. (2020). Ampliación del área de distribución de *Micrurus camilae* (Serpentes: Elapidae) en el Caribe colombiano. *Biota Colombiana*, 21(1), 104-108. DOI: [10.21068/c2020.v21n01a07](https://doi.org/10.21068/c2020.v21n01a07)

**Recibido:** 31 de octubre de 2018  
**Aprobado:** 2 de diciembre de 2019

## Nota

---

# Modelamiento de la distribución potencial de *Corapipo leucorrhoa* (Pipridae) en el valle alto del Magdalena, Tolima, Colombia

Modeling the potential distribution of *Corapipo leucorrhoa* (Pipridae) in the upper Magdalena Valley, Tolima, Colombia

Cristhian David Gaitán García , Sergio Losada Prado

---

## Resumen

En los últimos años, el saltarín gorgiblanco (*Corapipo leucorrhoa*) ha sido reportado por fuera de su distribución habitual hacia el norte del valle alto del Magdalena (Tolima, Colombia), lo cual supone que su distribución real no es bien conocida. En este estudio se reportan tres registros de *C. leucorrhoa* en el departamento del Tolima. Con la revisión de varios registros de bases de datos y nuestros reportes, modelamos un mapa de distribución potencial para esta especie, encontrando que hay condiciones propicias para su presencia a lo largo del valle alto del Magdalena y que esta región debe ser incluida como parte de su distribución geográfica para Colombia.

**Palabras clave.** Ampliación de rango. Bosque húmedo premontano. Distribución geográfica. Pipridae. Río Amoyá.

## Abstract

In recent years, the white-bibbed manakin (*Corapipo leucorrhoa*) has been reported outside its usual distribution north of the upper Magdalena valley (Tolima, Colombia), which means that its actual distribution is not well known. In this study, three records of *C. leucorrhoa* in the department of Tolima are reported. With the review of several database records and our reports, we modeled a potential distribution map for this species, finding that there are favorable conditions for its presence along the upper Magdalena valley, and that this region should be included as part of its geographical distribution for Colombia.

**Keywords.** Amoyá River. Geographical distribution. Pipridae. Premontane wet forest. Range extension.

## Introducción

El saltarín gorgiblanco (*Corapipo leucorrhoa*) es una especie poco común y local, con preferencia por el bosque húmedo primario, bosque ripario y vegetación en crecimiento secundario (Hilty & Brown, 2001). Originalmente presentaba un rango geográfico amplio desde Honduras a Venezuela, con tres subespecies: *C. leucorrhoa altera* (norte de Costa Rica a Honduras), *C. leucorrhoa heteroleuca* (sur de Costa Rica, Panamá) y *C. leucorrhoa leucorrhoa* (Colombia y Venezuela; Rosselli et al., 2002). Sin embargo, varios autores las clasificaron como especies separadas, formando dos grupos: el primero elevando a especie a *C. leucorrhoa altera*, que incluye a *C. leucorrhoa heteroleuca* como subespecie de ella, y segundo, *C. leucorrhoa leucorrhoa* quedó como especie monotípica (Sibley & Monroe, 1990; Ridgely & Tudor, 1994; AOU, 1998; Remsen et al., 2019). *C. leucorrhoa* se distribuye entre los 200-1700 m s. n. m, y en Colombia se encuentra en la base norte de los Andes por el valle del río Magdalena hasta el norte del Tolima y también en el Valle del Cauca hasta Cali; al este de los Andes se encuentra en Norte de Santander, hasta la Serranía de Perijá y noroccidente de Arauca; en Venezuela se distribuye por las vertientes andinas bajas de Mérida, Barinas, Táchira y la Serranía del Perijá en la frontera Venezuela-Colombia (Restall et al., 2006; Ayerbe-Quiñones, 2018).

Las novedades taxonómicas mencionadas han hecho que los mapas de distribución se deban ajustar a la información más reciente; un ejemplo de esto son Chaparro-Herrera et al. (2013) que catalogan a *C. leucorrhoa* como una especie casi endémica, con un rango geográfico más amplio que no se ajusta a los mapas de distribución más recientes (Ayerbe-Quiñones, 2018). Por ejemplo, ellos la incluyen al noroeste del Pacífico colombiano y Panamá, pero en realidad su distribución no incluye esas regiones, pues su rango geográfico es más restringido: más del 50% la distribución de esta especie está en Colombia. Otro escenario interesante es que en los últimos años ha habido varios reportes de *C. leucorrhoa* al sur de la distribución actual conocida. De acuerdo con diversos reportes en eBird (<https://ebird.org/species/whbman2>), hacia el valle alto del Magdalena hay registros en Paquíl (Cundinamarca) y para el departamento del Tolima hay varios registros en los municipios de Líbano y Fresno. Por lo tanto, estos registros hacen suponer que la distribución geográfica de esta especie podría ser más amplia de lo que se ha considerado, siendo necesario un modelamiento para actualizarla.

Por eso en este estudio, a través del reporte en tres localidades recientes en el departamento del Tolima y los registros históricos para *C. leucorrhoa*, proponemos un nuevo mapa de distribución potencial para esta especie en Colombia.

## Materiales y métodos

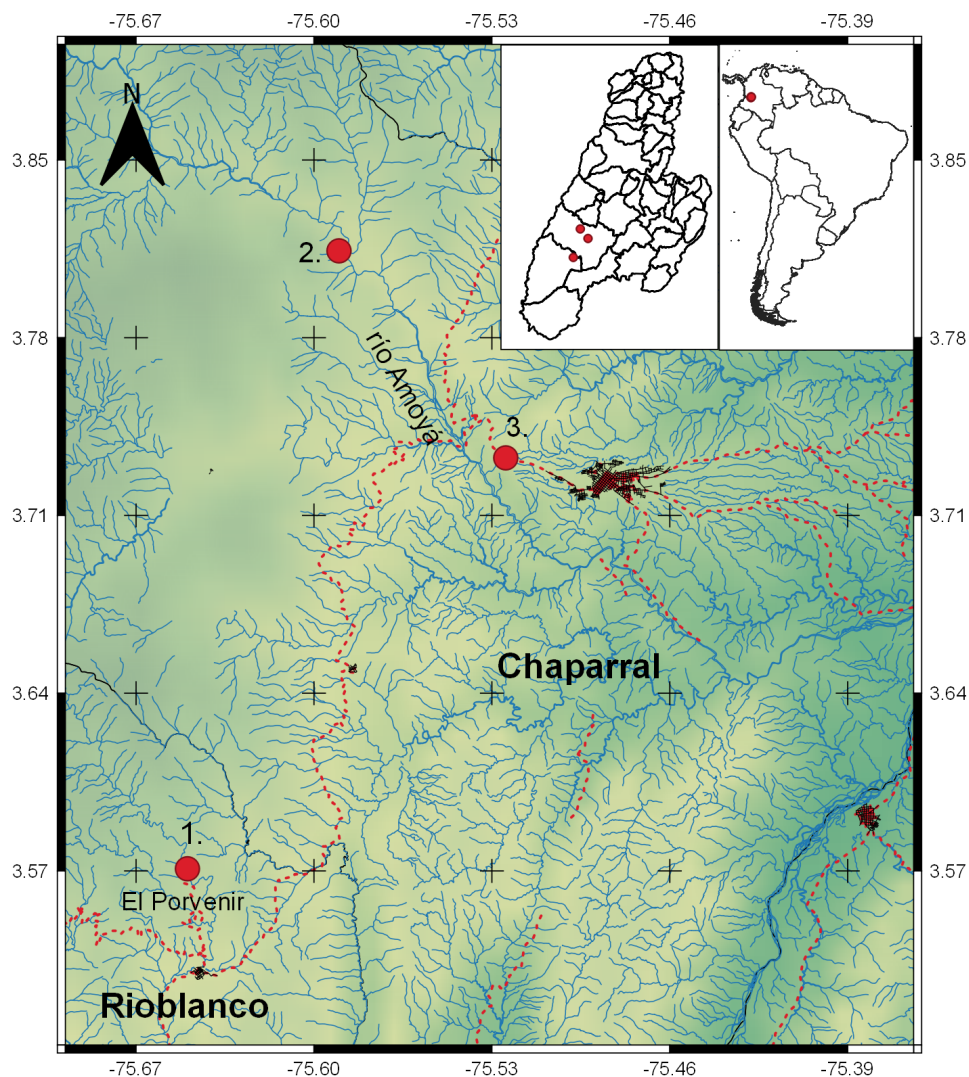
Los reportes de *C. leucorrhoa* fueron obtenidos con diferentes fechas y métodos de muestreo en tres localidades diferentes (Figura 1), con zonas de vida de bosque seco tropical y bosque húmedo premontano según la clasificación de Holdridge (1982):

- 1) Vereda El Provenir (Rioblanco, Tolima, Colombia) (03°34'14.8"N, 75°38'59.5"O), en la subcuenca del río Anamichú, a 1371 m s. n. m.; en la zona se encuentran cultivos de café, con algunos fragmentos de bosque que representan relictos de coberturas continuas que no superan las tres hectáreas, bosques riparios y vegetación en crecimiento secundario en la zona de vida bosque húmedo premontano. En mayo de 2008 se emplearon cuatro redes de niebla estándar (12 m x 2.5 m, 32 mm de ojo de malla), distribuidas en diferentes hábitats de la zona, las cuales estuvieron abiertas entre las 6:00 y 11:00 horas y 14:00-18:00 horas (Molina-Martínez et al., 2008).
- 2) Vereda Vega Chiquita (Chaparral, Tolima; 03°48'51.1"N, 75°35'24.8"O), en el margen del río Amoyá a 1132 m s. n. m.; comprende una zona de reforestación con especies como el cedro rosado (*Cedrela odorata*) y acacio forrajero (*Leucaena* sp.) y cultivos abandonados de cacao (*Theobroma cacao*) en una zona de vida bosque húmedo premontano. En septiembre de 2016 se emplearon cinco redes de niebla estándar (12 m x 2.5 m, 32 mm de ojo de malla), distribuidas en diferentes hábitats de la zona, operadas entre 06:00 -11:00 horas y 15:30-17:30 horas.
- 3) Periferia de la zona urbana de Chaparral a 942 m s. n. m., 4 km al Oeste del casco urbano (03°43'57.5"N, 75°31'28.5"O); comprende un bosque ripario entre 70 m y 140 m de ancho, en una matriz de terreno plano con pasturas; se encuentra en una zona de transición entre bosque seco tropical a bosque húmedo premontano. En junio de 2018 se recorrió un transecto de 1500 m de longitud entre las 06:00 y 11:00 horas. Los especímenes recolectados están depositados en la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima-Ornitología (CZUT-OR).



Se consultaron los registros disponibles de *C. leucorrhoa* en los portales de eBird (<https://ebird.org/species/whbman2>), Global Biodiversity Information Facility (GBIF) (<https://doi.org/10.15468/dl.lamvia>), Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional (<http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/result/species/Corapipo%20leucorrhoa/birds/>) y la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima-Ornitología (CZUT-OR), información con la que se elaboró una base de datos curada con la georreferencia de cada registro. Para la elaboración del mapa de distribución histórico se tomó en cuenta la información de Mapas Aves de Colombia (<https://sites.google.com/site/mapasavescolombia/paserinos-2/pipridae-saltarines>).

Con las bases de datos generamos un modelo de distribución potencial de *C. leucorrhoa* para Colombia, usando el algoritmo MaxEnt (Merow, 2013) y las capas de 19 datos bioclimáticos a 1 km<sup>2</sup> de resolución disponibles en la base de datos de WORLDCLIM (<http://www.worldclim.org>; Hijmans *et al.*, 2005). El MaxEnt determina la relación entre las variables bioclimáticas y los registros de las especies, tratando de encontrar la distribución de probabilidad de máxima entropía (cercana a la uniforme), sujeta a limitaciones impuestas por la información disponible en torno a la distribución observada de la especie y las condiciones ambientales del área de estudio (Guisan & Thuiller, 2005). El mapa obtenido fue exportado a QGIS 3.6 y se generó el mapa final del



**Figura 1.** Localidades con registros de *Corapipo leucorrhoa* en el sur del alto valle del río Magdalena, Colombia. 1, Vereda El Porvenir (Rioblanco, Tolima); 2, Vereda Vega Chiquita (Chaparral, Tolima); 3, periferia del casco urbano de Chaparral.

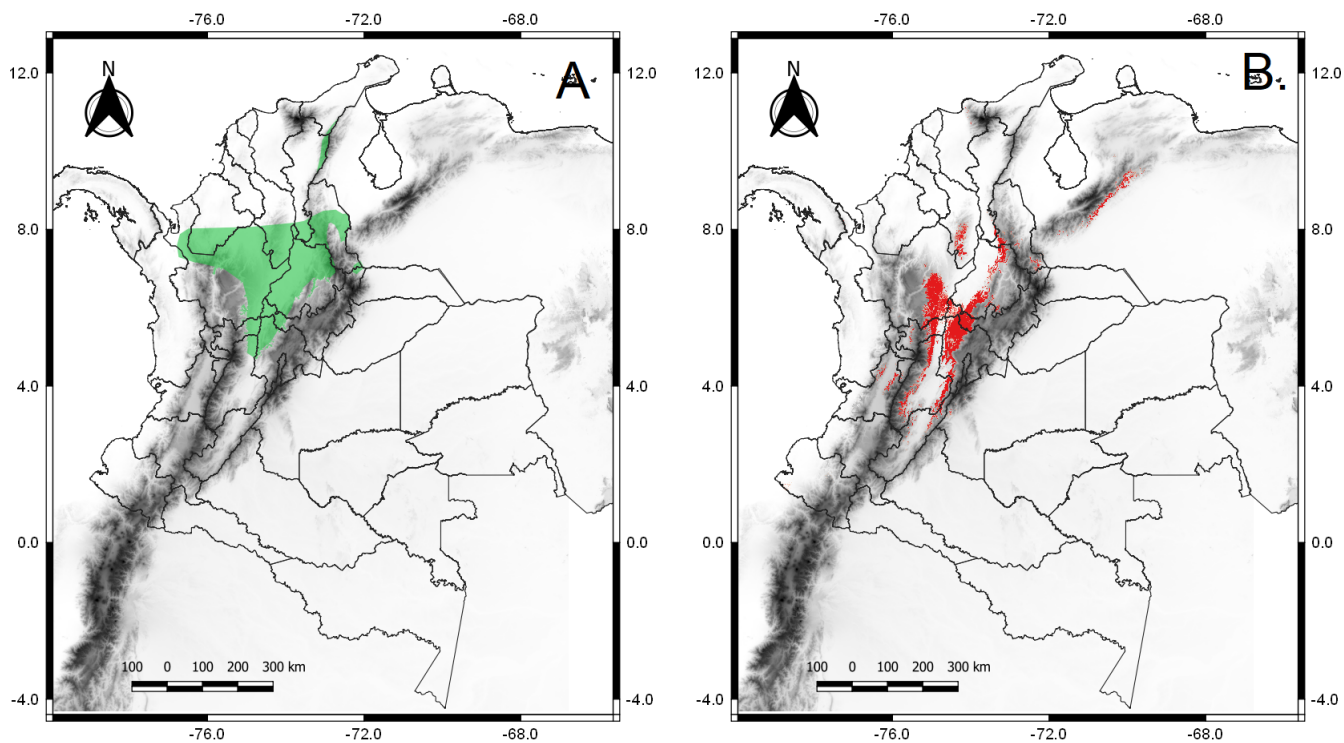
modelo potencial de la presencia de *C. leucorrhoea*. El modelo obtenido con Maxent fue evaluado estadísticamente analizando el área bajo la curva (AUC: Area Under the Curve). El AUC varía de 0 a 1; cuanto más cercano a 1 sea el valor de AUC quiere decir que el modelo tiene buen desempeño, mientras que valores cercanos o por debajo de 0.5 indican que el modelo no es más informativo que lo obtenido por azar.

## Resultados

Los registros de *C. leucorrhoea* hacia el sur del valle alto del Magdalena fueron los siguientes: 1) un individuo macho adulto capturado el 5 de mayo del 2008 en la vereda el Porvenir (Rioblanco, Tolima; (CZUT-OR 0930; Molina-Martínez *et al.*, 2008; Molina-Martínez *et al.*, 2015); 2) una hembra adulta capturada el 10 de septiembre del 2016 en la vereda de Vega Chiquita (Chaparral, Tolima; CZUT-OR 1454; Losada-Prado *et al.*, 2016)

(Figura 2); 3) una hembra que se observó forrajeando entre el follaje en un borde de bosque en la periferia del casco urbano de Chaparral, el 7 de junio del 2018 (Losada-Prado *et al.*, 2018).

El modelo de distribución para *Corapipo leucorrhoea* obtuvo un AUC de 0.942, lo que significa que el modelo tiene un buen ajuste. Las predicciones realizadas para esta especie indicaron que podría tener una distribución continua con una mayor presencia en la región del Magdalena medio, disminuyendo gradualmente hacia los piedemontes del valle alto del Magdalena (Tolima, Cundinamarca), por lo cual esta región debe ser incluida como parte de su distribución geográfica para Colombia, pues el modelo muestra que la probabilidad de presencia de la especie en la región es mayor al 70 % (Figura 2). En general las variables con mayor contribución al modelo de distribución de *C. leucorrhoea* son las que se encuentran relacionadas con la temperatura y la estacionalidad de la precipitación, con porcentajes de 20.9-7.0% (Tabla 1).



**Figura 2.** Distribución de *Corapipo leucorrhoea*. A, distribución histórica (<https://sites.google.com/site/mapasaves-colombia/paserinos-2/pipridae-saltarines>); B, distribución modelada en MaxEnt.

**Tabla 1.** Porcentaje de contribución de las variables bioclimáticas usadas en la modelación de la distribución de *Corapipo leucorrhoea*.

Variable	Porcentaje de contribución
BIO3 = Isotermalidad (BIO2 / BIO7) (* 100)	20.9
BIO5 = Temperatura máxima del mes más cálido	18.1
BIO10 = Temperatura media del trimestre más cálido	13.4
BIO15 = Estacionalidad de precipitación (Coeficiente de variación)	12.4
BIO2 = Rango diurno medio (Promedio de mensual (temperatura máxima - temperatura mínima))	8.5
BIO8 = Temperatura media del trimestre más húmedo	7.0
BIO4 = Estacionalidad de temperatura (desviación estándar * 100)	3.8
BIO16 = Precipitación del trimestre más húmedo	3.6
BIO18 = Precipitación del trimestre más cálido	3.4
BIO7 = Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)	2.7
BIO17 = Precipitación del trimestre más seco	1.8
BIO11 = Temperatura media del trimestre más frío	1.3
BIO19 = Precipitación del trimestre más frío	1.3
BIO12 = Precipitación anual	0.7
BIO6 = Temperatura mínima del mes más frío	0.6
BIO13 = Precipitación del mes más húmedo	0.3
BIO1 = Temperatura media anual	0.2
BIO9 = Temperatura media del trimestre más seco	0.0
BIO14 = Precipitación del mes más seco	0.0

## Discusión

Los nuevos registros de esta especie al sur del valle alto del Magdalena podrían corresponder a dos escenarios: 1) [Roselli et al. \(1994\)](#) y [Boyle et al. \(2010\)](#) han demostrado migraciones y/o dispersiones altitudinales en especies similares, como en *C. altera* en bosques húmedos. Sin embargo, en el caso de *C. leucorrhoea* no hay evidencias de algún tipo de dispersión altitudinal o latitudinal, debido a la carencia de estudios ecológicos de esta especie. 2) Los reportes de *C. leucorrhoea* que están al norte y al sur del valle alto del Magdalena no serían registros aislados, sino que podrían indicar que su distribución aún no es bien conocida o que podría presentar una extensión de su distribución, ya que los nuevos registros se encuentran a 110 km lineales de la distribución presentada hasta ahora para la especie ([Molina-Martínez et al., 2015](#)).

El modelamiento en MaxEnt muestra que *C. leucorrhoea* y las variables bioclimáticas muestran que hay una mayor probabilidad de presencia en los piedemontes del alto valle del Magdalena. Esto puede deberse a que esta especie haya encontrado un nicho ecológico que haya favorecido su dispersión y su adaptación a las condiciones climáticas en la zona. Esta especie podría presentar preferencias por transiciones de bosques secos a bosques húmedos premontanos dentro de los rangos altitudinales reportados (200-1500 m s. n. m.; [Hilty & Brown, 2001](#); [Restall et al., 2006](#); [Ayerbe-Quiñones, 2018](#)). Además, en los cañones del río Amoyá (Chaparral, Tolima) y la cuenca del río Anamichú (Rioblanco, Tolima) podrían ser zonas propicias para el establecimiento de esta especie, por la presencia de algunos bosques relictuales y matorrales cercanos a estos ríos, que podrían generar microclimas más húmedos. La zona oriental del departamento del

Tolima debería ser mejor muestreada, ya que está dentro de la distribución potencial modelada, con una alta probabilidad de presencia de esta especie.

## Agradecimientos

Agradecemos a CORTOLIMA, al Grupo de Investigación en Zoología, al Comité Central de Investigaciones de la Universidad del Tolima e ISAGEN con el convenio No. 47/0821 por el apoyo en la ejecución en el proyecto “Evaluación limnológica del río Amoyá y sus tributarios La Arenosa, La Alcancía y La Virginia; el monitoreo de fauna vertebrada silvestre asociadas a la Central Hidroeléctrica río Amoyá La Esperanza y el seguimiento a la colisión de aves en la línea de transmisión Amoyá-Tuluní” en sus diferentes fases, durante las cuales se obtuvieron los datos de este estudio.

## Referencias

- American Ornithologists' Union. (1998). *Checklist of North American Birds, 7th edition*. Washington D.C.: American Ornithologists' Union. 829 pp.
- Ayerbe-Quiñones, F. (2018). *Avifauna Colombiana*. Bogotá D. C.: Wildlife Conservation Society. 442 pp.
- Boyle, W. A., Norris, D. R. & Guglielmo, C. G. (2010). Storms drive altitudinal migration in a tropical bird. *Proceedings of the Royal Society, B* 277(1693), 2511–2519. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.0344>
- Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M. A., Córdoba-Córdoba, S. & Sua-Becerra, A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Biota Colombiana*, 14(2), 235-272. <http://doi.org/10.15472/tozuue>
- Guisan A. & Thuiller W. (2005). Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8, 993-1009. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00792.x>
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25, 1965–1978. <https://doi.org/10.1002/joc.1276>
- Hilty, S. L. & W. Brown, L. (2001). *Guía de las aves de Colombia. Edición en español*. Cali, Colombia: American Bird Conservation (ABC). 1030 pp.
- Holdridge, L. (1982). *Ecología Basada en Zonas de Vida*. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 216 pp.
- Losada-Prado, S., Gaitán-García, C. D. & Vargas, H. (2015). Aves. En Reinoso-Flórez, G., Villa-Navarro, F. A. & Losada-Prado, S. (Eds.). *Evaluación limnológica, monitoreo de fauna vertebrada silvestre y colisión de aves en la línea de transmisión Amoyá-Tuluní, Central Hidroeléctrica Río Amoyá, La Esperanza*. Pp: 130-144. Ibagué, Colombia: ISAGEN y Grupo de Investigación en Zoología, Universidad del Tolima.
- Losada-Prado, S., Gaitán-García, C. D. & Vargas, H. (2016). Aves. En Reinoso-Flórez, G., Villa-Navarro, F. A., Losada-Prado, S. & Guevara-Cardona, G. (Eds.). *Evaluación limnológica del río Amoyá y sus tributarios La Arenosa, La Alcancía y La Virginia; el monitoreo de fauna vertebrada silvestre asociadas a la Central Hidroeléctrica río Amoyá La Esperanza y el seguimiento a la colisión de aves en la línea de transmisión Amoyá-Tuluní*. Pp: 193-217. Ibagué, Colombia: ISAGEN y Grupo de Investigación en Zoología, Universidad del Tolima.
- Losada-Prado, S., Gaitán-García, C. D. & Villabón, C. (2018). Seguimiento a la colisión de aves en la línea de transmisión Amoyá-Tuluní. En Reinoso-Flórez, G., Villa-Navarro, F. A., Losada-Prado, S. & Guevara-Cardona, G. (Eds.). *Evaluación limnológica del río Amoyá y sus tributarios La Arenosa, La Alcancía y La Virginia; el monitoreo de fauna vertebrada silvestre asociadas a la Central Hidroeléctrica río Amoyá La Esperanza y el seguimiento a la colisión de aves en la línea de transmisión Amoyá-Tuluní*. Pp: 3-22. Ibagué, Colombia: ISAGEN y Grupo de Investigación en Zoología, Universidad del Tolima.
- Losada-Prado, S., Moreno-Palacios, M. C & Pacheco-Vargas, G. F. (2014). Aves. En Reinoso-Flórez, G., Villa-Navarro & Losada-Prado, S. (Eds.). *Monitoreo de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) asociados a la Central Hidroeléctrica río Amoyá La Esperanza*. Pp 31-46. Ibagué, Colombia: ISAGEN y Grupo de Investigación en Zoología, Universidad del Tolima.
- Merow, C., Smith, M. J., & Silander, J. A. (2013). A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*, 36, 1058-1069. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.07872.x>
- Molina-Martínez, Y. G., Díaz, H. M. & Gómez, C. A. Aves. (2008). En Reinoso-Flórez, G., Villa-Navarro, F. A., Esquivel, H. E., García-Melo, J. E. & Vejarano-Delgado, M. A. (Eds.). *Biodiversidad Faunística y Florística de la cuenca mayor del río Saldaña (subcuenca Anamichú). Biodiversidad Regional Fase IV*. Pp: 333-470. Ibagué, Colombia: ISAGEN y Grupo de Investigación en Zoología, Universidad del Tolima.

- Molina-Martínez, Y. G., García-Melo, J. E. & Losada-Prado, S. (2015). Evaluación rápida de las aves de la parte baja de la cuenca del río Anamichú, municipio de Rioblanco-Tolima. *Tumbaga*, 10(2), 72-93.
- Remsen, J. V., Areta, J. I., Cadena, C. D., Claramunt, S., Jaramillo, A., Pacheco, J. F., Robbins, M. B., Stiles, F. G., Stotz, D. F. & Zimmer, J. (2019). A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union.  
<http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/>
- Restall, R., Rodner, C. & Lentino, M. (2006). *Birds of Northern South America: an identification guide, 2. Plates and maps*. Londres: Yale University Press. 656 pp.
- Ridgely, R. S. & Tudor, G. (1994). *The birds of South America, Vol. 2*. Austin, USA: University Texas Press. 950 pp.
- Rosselli, L., Vásquez, P. & Ayub, I. (2002). The courtship displays and social system of the White-ruffed Manakin in Costa Rica. *Wilson Bulletin*, 114(2), 165-178.  
<http://www.jstor.org/stable/4164438>
- Sibley, C. G. & Monroe, B. L. (1990). *Distribution and Taxonomy of Birds of the World*. New Haven, USA: Yale University Press. 1136 pp.

**Cristhian David Gaitán García**

Universidad del Tolima

Ibagué, Colombia

[cdgaitang@ut.edu.co](mailto:cdgaitang@ut.edu.co)

<https://orcid.org/0000-0002-3852-8615>

**Sergio Losada Prado**

Universidad del Tolima

Ibagué, Colombia

[slosada@ut.edu.co](mailto:slosada@ut.edu.co)

---

**Modelamiento de la distribución potencial de *Corapipo leucorrhoea* (Pipridae) en el valle alto del Magdalena, Tolima, Colombia**

**Citación del artículo:** Gaitán-García, C.D. & Losada-Prado, S. (2020). Modelamiento de la distribución potencial de *Corapipo leucorrhoea* (Pipridae) en el valle alto del Magdalena, Tolima, Colombia. *Biota Colombiana*, 21(1), 109-116. DOI: [10.21068/c2020.v21n01a08](https://doi.org/10.21068/c2020.v21n01a08).

**Recibido:** 24 de mayo 2019










**Aprobado:** 12 de noviembre 2019

## Artículo de datos

---

# Aves del Parque Nacional Natural Chingaza y zona de amortiguación, Cordillera Oriental de Colombia

Birds of the Chingaza National Park and buffer zone, Eastern Cordillera Colombia

Luis Guillermo Linares-Romero , Orlando Acevedo-Charry , Fredy Avellaneda , Oswaldo Cortés-Herrera , Andrés M. Cuervo, Robinson Galindo-T., David Hernandez, Sebastián Pérez-Peña , Ángel Ramiro Pulido, Paola Pulido-Santacruz , Diana Santana, Glenn F. Seeholzer, María del Socorro Sierra-Buitrago , Juliana Soto-Patiño , Oscar Laverde 

---

### Resumen

Describimos la composición de especies de aves del Parque Nacional Natural (PNN) Chingaza y su zona de amortiguación, a partir de la revisión de 10 estudios ornitológicos, trabajo de campo entre 2008–2017 y la expedición Colombia Bio en 2018. Reportamos para el PNN Chingaza y su zona de amortiguación un total de 531 especies, agrupadas en 339 géneros y 57 familias. Seis especies presentes en el parque son endémicas de Colombia, 14 casi endémicas, 1 en peligro crítico, 6 en peligro, 4 vulnerables, 3 casi amenazadas y 37 migratorias. Esta lista incluye 149 especies adicionales a la información previamente conocida por datos publicados y colecciones ornitológicas. Adicionalmente, generamos códigos de barras genéticos, con base en secuencias del gen mitocondrial COI, para 74 especies y presentamos los primeros registros genéticos de Colombia en la plataforma para códigos de barra genéticos Barcode of Life Datasystems (BOLD) para *Dysithamnus leucostictus*, *Chamaeza turdina*, *Rupicola peruvianus*, *Atlapetes semirufus*, *Euphonia mesochrysa* y *Chlorospingus flavopectus olsoni*. El presente listado es una herramienta para incentivar el estudio y conservación de las aves en este sector de la Cordillera Oriental colombiana.

**Palabras clave.** ADNmt. Andes tropicales. Avifauna. Colombia Bio. Listado de especies.

### Abstract

We describe the bird species composition in the Chingaza National Park and its buffer zone, based on a revision of 10 published studies, recent fieldwork between 2008–2017, and the Colombia Bio expedition on 2018. We report 531 species for the Chingaza National Park and its buffer zone, grouped in 339 genera and 57 families. Six species are endemic to Colombia, 14 are near-endemic, 1 is critically endangered, 6 are endangered, 4 are vulnerable, 3 are near-threatened and 37 are migratory. This list includes 149 species more than those comprised in previous information from published datasets and ornithological collections. Additionally, we generated genetic barcodes, based sequences of the mtDNA gene COI, for 74 species, and present the first genetic record from Colombia in Barcode of Life Datasystems (BOLD) for *Dysithamnus leucostictus*, *Chamaeza turdina*, *Rupicola peruvianus*, *Atlapetes semirufus*, *Euphonia mesochrysa* and *Chlorospingus flavopectus olsoni*. This list is a tool to promote the study and conservation of birds in this area of the Colombian Eastern Cordillera.

**Keywords.** Avifauna. Checklist. Colombia Bio. DNAmT. Tropical Andes.

## Introducción

Las áreas protegidas buscan conservar la biodiversidad y proporcionar servicios ecosistémicos de regulación, control y recreación (Şekercioğlu *et al.*, 2016). La efectividad de las estrategias de conservación en estas áreas y su representación taxonómica se han evaluado a diferentes escalas nacionales, regionales y globales (Ceballos, 2007; Rodríguez *et al.*, 2009; González-Maya *et al.*, 2015). En Colombia, por ejemplo, hay algunas evaluaciones regionales y locales (Forero-Medina & Joppa, 2010; Rodríguez *et al.*, 2013; García-Márquez *et al.*, 2017). Sin embargo, para todas estas escalas la efectividad de las acciones de conservación es limitada, en parte porque el conocimiento base dentro de cada área es aún muy escaso, y en muchos casos es basada en información secundaria de trabajos antiguos. Es por esto que la compilación de información biológica en áreas protegidas, incluyendo las zonas de amortiguación, es de especial relevancia en el actual contexto para incrementar el conocimiento y por ende tener una idea más clara sobre la efectividad de la conservación de las áreas protegidas (Sepúlveda *et al.*, 1997; Bruner *et al.*, 2001).

En la región andina de Colombia existen 29 áreas protegidas (Rodríguez *et al.*, 2013), en las cuales están la mayoría de las aves endémicas y amenazadas del país, (Renjifo *et al.*, 2014). Estas áreas protegidas, principalmente las ubicadas en la zona andina, son refugio de una alta diversidad de aves, de las cuales aproximadamente 50 especies se encuentran en amenaza (Renjifo *et al.*, 2014). Estos Parques Nacionales preservan un legado de la historia evolutiva de las especies y proveen servicios ecosistémicos fundamentales. En la Cordillera Oriental colombiana, el Parque Nacional Natural (PNN) Chingaza, por ejemplo, provee agua a más de 10 millones de personas que habitan las ciudades de Bogotá, Villavicencio y varios municipios aledaños. Esta área protegida juega un papel clave en la conservación de ecosistemas estratégicos de tierras altas, importantes en la regulación hídrica de la macrocuenca del río Orinoco (99 % de sus aguas vierten al río Orinoco), y cuenta con escenarios de alto valor cultural para las comunidades indígenas y campesinas que habitan o habitaron el altiplano entre Cundinamarca y Boyacá. Adicionalmente, el PNN Chingaza es un área importante dentro de los Andes Tropicales, una región que concentra una alta diversidad con alto grado de endemismo y amenaza (NatureServe & EcoDesición, 2015; Parque Nacional Natural Chingaza, 2017).

La biodiversidad presente en el PNN Chingaza, así como en su zona de amortiguación, ha sido ocasionalmente estudiada desde su declaración hace 42 años. En el parque se han realizado 151 investigaciones sobre fauna, de las cuales 22 se enfocan al estudio de las aves. De estos, solo 10 estudios son inventarios de las aves del parque, mientras el resto son estudios específicos para ciertas especies (Tabla 1). No obstante, a la fecha no existe una publicación que recopile la información disponible. De todos los estudios realizados, sobresale que los bosques andinos y subandinos del sector oriental han sido los menos explorados. Su difícil acceso y problemas históricos de orden público impidieron durante décadas que tuvieran la misma atención que el sector occidental (Parque Nacional Natural Chingaza, 2017), situación que se espera cambie con firmas de tratados de paz entre el gobierno y grupos armados al margen de la ley (Baptiste *et al.*, 2017).

El presente trabajo tiene como objetivo principal recopilar y actualizar el listado de las aves registradas en el PNN Chingaza y su zona de amortiguación. Para las especies consolidadas pretendemos reportar su estado de conservación, categorías de amenaza, endemismos y estatus migratorio, así como representación en colecciones ornitológicas y bases de datos moleculares. Por lo tanto, ponemos a disposición información que esperamos sea relevante para la planificación de futuros estudios y la toma de decisiones que planteen estrategias efectivas para avanzar en el conocimiento y la conservación de la biodiversidad del PNN Chingaza y sus alrededores.

## Datos del proyecto

**Título.** Aves del Parque Nacional Natural Chingaza y zona de amortiguación, Cordillera Oriental de Colombia

**Nombre.** Luis Guillermo Linares Romero

**Fuentes de financiación.** Recursos propios Parques Nacionales Naturales. Convenio interinstitucional # FP 44842-109-2016 (IAvH 16-062) celebrado entre el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – Colciencias y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.



**Descripción del área de estudio.** El PNN Chingaza y su zona de amortiguación están ubicados en la Cordillera Oriental de los Andes colombianos. El PNN fue declarado como área protegida en el año 1977. En él predominan ecosistemas de páramo, bosque andino, bosque subandino y humedales de alta montaña, en un rango altitudinal entre 800 y 4020 metros de elevación.

**Descripción del proyecto.** El proyecto busca recopilar y actualizar el listado de las aves registradas en el PNN Chingaza y su zona de amortiguación, incluyendo su estado de conservación, categorías de endemismos, estatus migratorio, información en colecciones ornitológicas e información genética.

#### Cobertura taxonómica

**Descripción.** El conjunto de datos contiene la recopilación de las especies de aves registradas en el PNN Chingaza. Todos los registros recopilados se llevaron a la categoría taxonómica de especie y la taxonomía fue ajustada a la propuesta por el comité suramericano de clasificación de aves (SACC, su sigla en inglés; [Remsen et al., 2018](#)).

#### Categorías

**Orden.** Accipitriformes, Anseriformes, Apodiformes, Caprimulgiformes, Cathartiformes, Charadriiformes, Columbiformes, Coraciiformes, Cuculiformes, Falconiformes, Galbuliformes, Galliformes, Gruiformes, Nyctibiiformes, Passeriformes, Pelecaniformes, Piciformes, Psittaciformes, Steatornithiformes, Strigiformes, Suliformes, Tinamiformes, Trogoniformes.

**Familia.** Accipitridae, Alcedinidae, Anatidae, Anhingidae, Apodidae, Ardeidae, Bucconidae, Capitonidae, Caprimulgidae, Cardinalidae, Cathartidae, Charadriidae, Cinclidae, Columbidae, Conopophagidae, Corvidae, Cotingidae, Cracidae, Cuculidae, Emberizidae, Falconidae, Formicariidae, Fringilidae, Furnariidae, Galbulidae, Grallariidae, Hirundinidae, Icteridae, Incertae, Mimidae, Motacillidae, Nyctibiidae, Odontophoridae, Pandionidae, Parulidae, Picidae, Pipridae, Polioptilidae, Psittacidae, Rallidae, Ramphastidae, Rhynocryptidae, Scolopacidae, Steatornithidae, Strigidae, Thamnophilidae, Thraupidae, Threskiornithidae, Tinamidae, Tityridae, Trochilidae, Troglodytidae, Trogonidae, Turdidae, Tyrannidae, Tytonidae, Vireonidae.

#### Cobertura geográfica

**Descripción.** El conjunto de datos proviene de bosques andinos y páramo del sector occidental, principalmente dentro del área protegida del PNN Chingaza. En el sector oriental las recientes exploraciones han estado más concentradas en la zona de amortiguación ([Figura 1](#)).

Coordenadas Entre 73° 30' y 73° 55' de longitud oeste y 4° 20' y 4° 50' de latitud norte. 42.03 y 47.89 latitud; -73.402 y -73.889 longitud. Los registros de los estudios comprenden un rango altitudinal entre los 800 y los 3800 m s.n.m.

#### Cobertura temporal. 1979 -2018

#### Datos de la colección

A continuación, realizamos la descripción de los datos para cada una de las colecciones registradas: colección paternal CUMV de Cornell University Museum of Vertebrates, con identificador de la colección CUMV Bird Collection y método de preservación de piel, ala extendida y tejido; la colección paternal IAvH de la Colección Ornitológica del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, con identificador de la colección IavH-A y método de preservación de piel, cuerpo en líquido y ala extendida; la colección paternal IAvH de la Colección Ornitológica del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, con identificador de la colección IavH-CT y método de preservación de tejido pectoral, hígado y corazón-críopreservado; la colección paternal IAvH de la Colección de Sonidos Ambientales del Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, con identificador de la colección IAvH-CSA y método de preservación de espécimen digital en forma de corte de audio; la colección paternal ICN de la Colección Ornitológica del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia con identificador de la colección ICN Colección aves y método de preservación de piel de estudio; la colección paternal ITM de la Colección de Ornitología – Museo de Ciencias Naturales de La Salle en el Instituto Tecnológico Metropolitano con identificador de la colección ITM y método de preservación de piel de estudio; la colección paternal LACM de la colección Vertebrate Collection of the Natural History Museum of Los Angeles County con identificador

de la colección LACM Vertebrate Collection y método de preservación de piel de estudio; la colección paternal MNHN de la Collection d'oiseux Museum National d'Histoire Naturelle con identificador de la colección MNHN-ZO y con método de preservación de piel de estudio; la colección paternal PUJ de la Colección de Aves del Museo de Historia Natural de la Pontificia Universidad Javeriana con identificador de la colección MPUJ y método de preservación de piel de estudio; la colección paternal ROM de la colección Ornithology Collection – Royal Ontario Museum con identificador de la colección ROM-Birds y método de preservación de piel de estudio; la colección paternal UMMZ de la colección University of Michigan Museum of Zoology, Division of Birds con identificador de la colección UMMZ-Birds y método de preservación de piel de estudio.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El PNN Chingaza tiene una extensión de 76 600 hectáreas (ha) distribuidas en un gradiente altitudinal entre 800 y 4020 m s. n. m. Su área de jurisdicción abarca 11 municipios en los departamentos de Cundinamarca (La Calera, Choachí, Fómeque, Medina, Gachalá, Junín y Guasca) y Meta (Restrepo, Cumaral, San Juanito y El Calvario). El PNN Chingaza forma un polígono similar a una mariposa, por lo que está dividido en dos sectores principales: 1) el sector oriental, conformado por los Farallones de Medina y Gachalá, donde predominan los ecosistemas de bosque andino (46.3 %) y subandino (5.4 %); y 2) el sector occidental, conformado por las tierras altas del macizo de Chingaza a elevaciones principalmente por encima de los 3000 m, que comprenden ecosistema de páramo (47.3 %), así como los humedales de alta montaña (< 1 %). El sector occidental incluye localidades como Guasca, Siecha, Alto de Palacio, Barajas y la Serranía de los Órganos (Lora *et al.*, 1999; Linares-Romero *et al.*, 2017; Parque Nacional Natural Chingaza, 2017).

Los muestreos publicados en el PNN Chingaza están concentrados en el sector occidental del parque, en ecosistemas de bosque andino de alta montaña y páramo. Recientemente dentro del PNN Chingaza se han monitoreado adicionalmente entre 2013-2016 tres sectores

al occidente del parque (Palacio, Monterredondo y La Paila). Exploraciones adicionales a los bosques subandinos del sector oriental han ocurrido en 2016 y 2017, y la expedición Colombia Bio – Chingaza fue desarrollada en dos localidades en Meta y Cundinamarca en marzo de 2018.

### Descripción del muestreo

Realizamos una revisión de artículos y documentos sobre la avifauna del PNN Chingaza. Tuvimos en cuenta artículos y documentos técnicos que reportaran listas de especies de aves. La búsqueda realizada en la colección bibliográfica de Parques Nacionales Naturales (en el centro de documentación del área protegida) arrojó 10 referencias, entre 1979 y 2017, para diferentes sectores del PNN Chingaza y su zona de amortiguación (Figura 1, Tabla 1). Adicionalmente, dentro de los recorridos de Prevención, Vigilancia y Control (PVC) del PNN Chingaza, entre los años 2013-2016, fueron visitadas tres localidades a lo largo del flanco occidental del parque (sector Palacio, Monterredondo y La Paila) y en la zona de amortiguación del sector oriental (Medina, Meta). Dos salidas de campo adicionales en septiembre 2016 y abril de 2017 fueron realizadas en la vereda Periquito, en el municipio de Medina, sector oriental del parque y en San Juanito, Meta (Figura 1). En todos estos recorridos registramos las aves con binoculares 10x42 a lo largo de transectos de ca. 1.8 km de largo, siguiendo la metodología propuesta por Villarreal *et al.* (2004).

En marzo de 2018, el Instituto Humboldt, en colaboración con el PNN Chingaza organizó la expedición Colombia Bio – Chingaza, que contó con la participación de investigadores y estudiantes de la Pontificia Universidad Javeriana y las comunidades locales. Realizamos muestreos de fauna y flora en la vereda Periquitos, de Medina, Cundinamarca, y en la vereda El Tablón, de San Juanito, Meta (Figura 1). En esta expedición realizamos recorridos libres de observación e ingresamos los listados en la plataforma eBird. Las grabaciones de sonidos fueron depositadas en la Colección de Sonidos Ambientales del IAvH (IAvH-CSA). Capturamos aves con 12 redes de niebla de 6, 9 y 12 m de largo con ojo de malla de 36 mm, en tres estaciones de muestreo (San Juanito: 4° 28' 27.2" N, 73° 38' 27.2" W, elev.: ca. 2225 m; Medina: 4° 31' 25.5" N, 73° 25' 35.3" W, elev.: ca. 700 m y 4° 30' 56.4" N 73° 26' 38.6" W, elev.: ca. 1775 m) durante siete días, para un total de 624 horas/red.

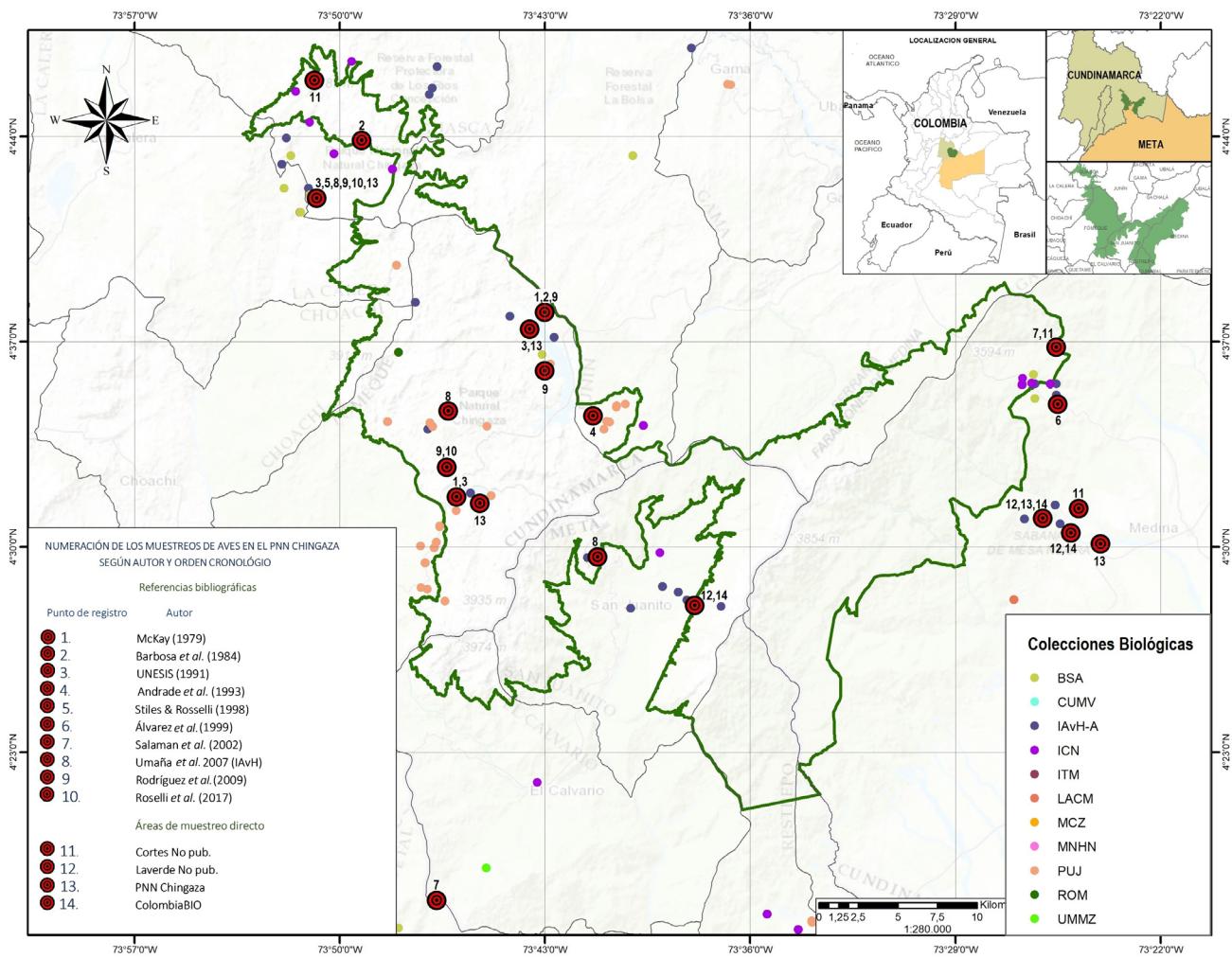


Figura 1. Mapa de ubicación y fuente de registro de especies de aves en el Parque Nacional Natural Chingaza, Cordillera Oriental de Colombia.

Tabla 1. Fuentes de registros de aves usadas en la compilación del listado de especies para el Parque Nacional Natural Chingaza y zona de amortiguación, Colombia. Fuentes 1-10 son referencias bibliográficas, fuentes 11-14 exploraciones recientes y fuente 15 compila información depositada en colecciones biológicas.

No.	Lugar visitado	Cita	Número de especies reportadas
1	Sector de Chuza y laguna de Chingaza	McKay (1979)	56
2	Alto de Palacio, Chuza y Alto del Amparo	Barbosa <i>et al.</i> (1984)	23
3	La Paila, Monteredondo y Palacio	UNESIS (1991)	145
4	Reserva Biológica Carpanta	Andrade <i>et al.</i> (1993)	146
5	Sector de Palacio	Stiles y Roselli (1998)	102
6	Sector de Toquiza en Medina	Álvarez <i>et al.</i> (1999)	197
7	Sector de Monteredondo en municipio de El Calvario y río Gazaunta en Medina	Salaman <i>et al.</i> (2002)	21

No.	Lugar visitado	Cita	Número de especies reportadas
8	Palacio, San José y Valle del río La Playa	Umaña <i>et al.</i> (2007)	102
9	Palacio, Monteredondo, Bosque de Encenillos y Valle del Frailejón	Rodríguez <i>et al.</i> (2009)	40
10	Palacio y Valle de Frailejón	Roselli <i>et al.</i> (2017)	119
11	Vereda Periquitos, Medina	O. Cortés exploraciones	48
12	Vereda Periquitos, Medina y San Juanito	O. Laverde exploraciones	87
13	Palacio, Monteredondo	PVC del PNN Chingaza	102
14	Vereda Periquitos, Medina y El Tablón, San Juanito	Colombia BIO	312
15	Varios lugares entre la latitud 4.203 y 4.789 y la longitud -73.402 y -73.889	Información de colecciones biológicas	

Algunas aves fueron recolectadas y depositadas en la Colección Ornitológica del Instituto Humboldt (IAvH-A). Cada especie observada y capturada fue georreferenciada con coordenadas geográficas bajo el sistema de referencia WGS84. Para cada una de las especies, accedimos a la información de categoría de amenaza global (BirdLife International en [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)), y nacional (Renjifo *et al.*, 2014; 2016), así como categoría de endemismo relativo al territorio nacional (Chaparro *et al.*, 2013) y migración (Naranjo *et al.*, 2013; Ayerbe, 2018).

En el laboratorio de genética del Instituto Humboldt, realizamos la extracción de ADN para 74 especies, siguiendo el protocolo de Ivanova *et al.* (2006a, b), y posterior amplificación por reacción en cadena de la polimerasa, o PCR, de un fragmento de 600pb del gen mitocondrial citocromo oxidasa I (COI) utilizando cebadores polyLCO y polyHCO (Carr *et al.*, 2011). Este gen es el estándar para códigos de barra en aves (Hebert *et al.*, 2004). El ADN amplificado fue purificado con las enzimas exonucleasa y fosfatasa alcalina (ExoSAP de Thermo Fisher Scientific) y el producto limpio fue enviado a secuenciar mediante tecnología de secuenciación de primera generación, Sanger, en el Instituto de Genética de la Universidad Nacional de Colombia. Las secuencias genéticas fueron visualizadas, ensambladas y editadas en Geneious proTM 10.2.3 (<https://www.geneious.com>, Kearse *et al.*, 2012). Posteriormente, las secuencias consenso fueron depositadas en la plataforma para códigos de barra genéticos Barcode of Life Datasystems (BOLD; Ratnasingham & Hebert 2007).

Para complementar los registros, realizamos una búsqueda en la Plataforma Global de Información de Biodiversidad (GBIF, Global Information Biodiversity Facility) sobre las aves depositadas en colecciones biológicas entre el polígono resultante entre la latitud 4.203 y 4.789 y la longitud -73.402 y -73.889 (DOI: [10.15468/dl.ghbkfc](https://doi.org/10.15468/dl.ghbkfc)), la cual arrojó 16 conjuntos de datos. Complementamos y corroboramos algunos registros en esa búsqueda con las bases de datos internas de las colecciones de aves (IAvH-A) y sonidos ambientales (IAvH-CSA) del Instituto Humboldt, principalmente confirmando las localidades de las etiquetas de los especímenes presentes en las colecciones (Figura 1).

### Control de calidad

La identificación de los especímenes registrados y recolectados fue confirmada mediante comparaciones con ejemplares de la Colección Ornitológica del Instituto IAvH-A y guías ilustradas de aves (Hilty & Brown, 1986 y McMullan & Donegan, 2014). Las coordenadas geográficas tomadas con GPS Garmin 64s, como los topónimos, fueron confirmados con el software ArcGIS 10.2, con las capas oficiales del IGAC 2017 y complementadas en campo con la información facilitada del personal del área protegida y auxiliares de campo de la zona.

Los registros de las especies fueron cargados y organizados en el Sistema de Información de Biodiversidad (SIB-Colombia) y en la Plataforma Global de Información de Biodiversidad (GBIF). Adicionalmente, los datos

fueron cargados en la plataforma SULA administrada por Parques Nacionales.

### Descripción de la metodología paso a paso

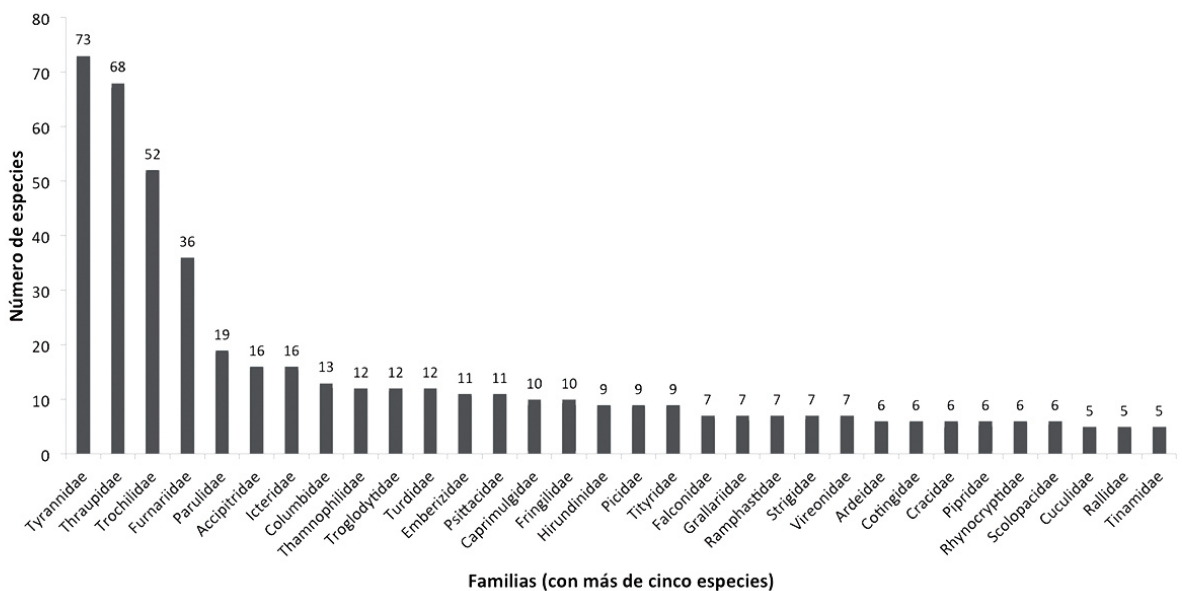
1. Revisión u organización de información secundaria en la base de datos bibliográfica del PNN Chingaza, las cuales describen listados de especies de aves presentes en el área protegida y en la zona de amortiguación.
2. Búsqueda de referencias bibliográficas y de los registros de ejemplares de museo en la plataforma GBIF.
3. Selección de las áreas de muestreo a lo largo del gradiente altitudinal (800-4020 m s.n.m.), dentro y fuera del área protegida.
4. Las especies observadas o escuchadas en transectos fueron registradas en la plataforma eBird (<https://ebird.org/home>) y en formatos de campo.
5. Los individuos capturados y recolectados fueron procesados de acuerdo a Villareal *et al.* (2004) y la información fue consignada en formatos de campo previamente diseñados.
6. Los individuos recolectados fueron preparados e ingresados a la colección del Instituto Humboldt, acompañados de muestras de tejido y los cuerpos fueron preservados en alcohol al 70 %.
7. De los ejemplares recolectados se tomaron muestras para llevar a cabo análisis genéticos.
8. La información de las libretas de campo y formatos, así como los registrados en eBird, fueron transcritos a los formatos de migración de datos de la Colección Ornitológica del Instituto Humboldt.
9. Los datos fueron incluidos en la plataforma de sistematización Specify, seguidos de la generación de las etiquetas únicas de cada ejemplar y la inclusión de la información en los catálogos de la colección, según el estándar de manejo de colecciones.
10. La información final de los registros de especies fue sistematizada y ajustada según los criterios de las plataformas Ceiba "<http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/>", SIB Colombia, GBIF y SULA de Parques Nacionales.

## Resultados

### Descripción del conjunto de datos

Registramos un total de 531 especies de aves en el PNN Chingaza, incluidas en 23 órdenes, 57 familias y 338 géneros, las cuales equivalen aproximadamente al 28 % de las 1909 especies registradas para Colombia (Avendaño *et al.*, 2017). Las tres familias más diversas fueron Tyrannidae, con 73 especies, seguida de Thraupidae, con 68, y Trochilidae, con 52 (Figura 2), mientras 13 de las 57 familias registradas fueron representadas por una sola especie. Adicionalmente, reportamos códigos de barras de ADN para 74 especies, 5 de las cuales (*Dysithamnus leucostictus*, *Chamaeza turdina*, *Rupicola peruvianus*, *Atlapetes semirufus* y *Euphonia mesochrysa*) no tenían registros genéticos en la base de datos BOLD. La tabla 1 muestra las fuentes de información de especies, con el correspondiente número de especies reportadas.

En el listado general del PNN Chingaza y su zona de amortiguación registramos 6 especies endémicas de Colombia (*Odontophorus strophium*, *Oxyopogon guerini*, *Rallus semiplumbeus*, *Pyrrhura calliptera*, *Grallaria kaestneri*, *Synallaxis subpudica*) y 14 casi endémicas (*Chalcostigma heteropogon*, *Eriocnemis cupreovertris*, *Coeligena bonapartei*, *Coeligena helianthea*, *Campylopterus falcatus*, *Forpus conspicillatus*, *Ognorhynchus icterotis*, *Phyllomyias uropygialis*, *Uromyias agilis*, *Leptopogon rufipectus*, *Conirostrum rufum*, *Atlapetes pallidinucha*, *Myiothlypis cinereicollis*, *Myioborus ornatus*). En cuanto a estado de conservación, registramos cinco especies en peligro (EN: *O. strophium*, *R. semiplumbeus*, *Spizaetus isidori*, *O. icterotis*, *G. kaestneri*), siete vulnerables (VU: *Tinamus tao*, *Patagioenas subvinacea*, *Touit stictopterus*, *Hapalopsittaca amazonina*, *P. calliptera*, *D. leucostictus*, *Setophaga cerulea*), cinco especies casi amenazadas (NT: *Aburria aburri*, *E. cupreovertris*, *Gallinago nobilis*, *Vultur gryphus*, *Contopus cooperi*), según los criterios de evaluación de amenaza global de BirdLife International ([www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)). A nivel nacional, registramos una especie en peligro crítico (CR: *V. gryphus*), seis especies en peligro (EN: *Oxyura jamaicensis*, *O. strophium*, *R. semiplumbeus*, *S. isidori*, *O. icterotis*, *G. kaestneri*), cuatro vulnerables (VU: *Anas georgica*, *T. stictopterus*, *H. amazonina*, *P. calliptera*), tres especies casi amenazadas (NT: *Andigena nigrirostris*, *C. cooperi*, *M. cinereicollis*) y una especie con datos deficientes (DD: *Cacicus uropygialis*), siguiendo a Renjifo *et al.* (2014; 2016).



**Figura 2.** Distribución de las familias con más de cinco especies, en orden descendente por número de especies, registradas en el Parque Nacional Natural Chingaza y zona de amortiguación, en la Cordillera Oriental de Colombia.

**URL del recurso.** Para acceder a la última versión del conjunto de datos:

**IPT.** <https://doi.org/10.15472/icidip>

**Portal SiB Colombia.** <https://datos.biodiversidad.co/dataset/04fcb5be-39ac-4942-b464-c9239f2351df>

**Portal GBIF.** <https://www.gbif.org/dataset/04fcb5be-39ac-4942-b464-c9239f2351df>

**Nombre.** Aves del Parque Nacional Natural Chingaza y zona de amortiguación Cordillera oriental de los Andes, Colombia

**Idioma.** Español

**Codificación de caracteres.** UTF-8

**URL del archivo.** Para acceder a la versión del conjunto de datos descrita en este artículo: IPT. <https://ipt.biodiversidad.co/biota/resource?r=chingaza>

**Formato del archivo.** Darwin Core Archive (DwC-A)

**Fecha de publicación de los datos.** 2019-01-21

**Idioma de los metadatos.** Español

**Fecha de creación de los metadatos.** 2019-01-21

**Licencia de uso.** (Extraída del recurso publicado a través del SiB Colombia.)

**URL del archivo.** Para acceder al conjunto de datos genéticos generados en este estudio:

**Fecha de publicación de los datos.** 2019-02-18

**Portal BOLD.** <https://dx.doi.org/10.5883/DS-AVES-CHGZ>

**Idioma.** Inglés.

## Discusión

El macizo de Chingaza es una de las regiones con mayor biodiversidad en la Cordillera Oriental de los Andes de Colombia, incluyendo un alto grado de endemismo, con especies poco conocidas (e.g., *Grallaria kaestneri*) y subespecies recientemente descritas (e.g., *Chlorospingus flavopectus olsoni*). Una revisión taxonómica reciente del complejo de especies que incluía *Oxygogon guerinii* (Collar & Salaman, 2013) elevó subespecies al rango de especie, resaltando la importancia de esta

región, cuyos procesos geológicos relativamente recientes han promovido procesos de especiación. Esta información apoya la categorización del PNN Chingaza como un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA-C079), incluido dentro del área de endemismo de aves de los Andes Orientales (EBA-Colombian East Andes; [Stattersfield et al., 1998](#); [Boyla & Estrada, 2005](#)).

Un total de 348 especies registradas para el PNN Chingaza y su zona de amortiguación en publicaciones previas resalta la alta diversidad de aves en esta área protegida. En el presente estudio, aportamos 183 especies más, provenientes de información ya disponible en colecciones (34) y recientes exploraciones (149), al gran listado de aves para el macizo de Chingaza. De interés particular es la gran diversidad de aves en los ecosistemas del área protegida, en donde sobresalen registros novedosos para el parque de especies endémicas y amenazadas como *Odontophorus strophium* (endémica y en peligro), *Ognorhynchus icterotis* (casi endémica y en peligro), o *Grallaria kaestneri* (endémica y en peligro; [Renjifo et al., 2014](#); [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)). Además, nuestro listado incluye 37 especies de aves migratorias boreales (34) y australes (3), más del 26% de las aves migratorias registradas para Colombia ([Avendaño et al., 2017](#)).

Los esfuerzos futuros de investigación y conservación en el PNN Chingaza se deberían enfocar en sectores poco explorados, principalmente hacia el sector oriental del parque, en las cuencas de la quebrada La Ardita y del río Guatiquía, en la parte alta de los Farallones de Medina. Estas áreas presentan bosques prístinos en buen estado de conservación, con un gradiente altitudinal continuo que presenta especies importantes para la conservación, como el amenazado loro orejiamarillo *O. icterotis*, el cual fue encontrado recientemente usando una palma de cera *Ceroxylon quindiuense* para pernoctar en la región de San Juanito, Meta. Por otra parte, llaman la atención algunos registros inusuales de especies típicas de las tierras bajas del trópico y de los ramales bajos de la Cordillera Oriental. Estos registros amplían el rango altitudinal de especies como: *Vanellus chilensis*, *Phimosus infuscatus*, *Anhinga anhinga*, *Tigrisoma lineatum*, *Syrigma sibilatrix*, *Crotophaga ani* y *Campylopterus falcatus* ([Linares-Romero et al., 2017](#)). Es probable que estas ampliaciones en los rangos altitudinales de muchas de estas especies se deban principalmente a procesos

relacionados con el cambio climático ([Şekercioğlu et al., 2008](#), [Roselli et al., 2017](#), [Freeman et al., 2018](#)).

Las áreas amortiguadoras del PNN Chingaza son de gran importancia en la continuidad y conectividad ecosistémica entre los elementos del paisaje orinocense y andinos. Por tal motivo, es de importancia trabajar en la formulación de políticas territoriales que garanticen no solamente el mantenimiento de esta conectividad ecosistémica en el tiempo, sino también un manejo especial de los paisajes rurales presentes en las zonas amortiguadoras de las áreas protegidas, garantizando así la conservación de la biodiversidad ([Sepúlveda et al., 1997](#)). Por ejemplo, en un análisis sobre la idoneidad del hábitat de *Pyrrhura calliptera*, encontraron que los hábitats idóneos están principalmente por fuera de las áreas protegidas ([Arenas, 2011](#); [Botero-Delgado & Páez, 2011](#)), sustentando la importancia de las zonas con función amortiguadora para la persistencia de la especie. El PNN Chingaza y su zona amortiguadora presentan un gradiente altitudinal (entre 800 y 4020 m) en donde confluyen aves de tierras altas y bajas. Así mismo, la zona amortiguadora oriental también integra nuevos registros para dos especies, mencionadas anteriormente y que presentan interés de conservación (*O. icterotis* y *G. kaestneri*). De esta manera y en términos de garantizar la integridad ecológica de la biodiversidad, es mucho más efectiva la conservación cuando se da a lo largo de un gradiente altitudinal ([Kattan & Álvarez-López, 1996](#)), más aún con la latente desaparición de especies de la zona más alta del perfil altitudinal ([Freeman et al., 2018](#)). Es importante que las instituciones encargadas del sector ambiental ejerzan control en la zona amortiguadora y desarrollen actividades articuladas con las comunidades, con el ánimo de fortalecer las acciones de conservación que garanticen el hábitat de las aves, tanto residentes como migratorias.

Finalmente, la información genética generada en este estudio es el primer paso para la conservación de la diversidad genética de cada especie en esta región. Particularmente, este conocimiento puede ser de vital importancia en estudios de genética evolutiva, para evaluar la capacidad de respuesta de las poblaciones a cambios drásticos en su medio ambiente, y planear las estrategias de conservación de poblaciones y especies de manera más efectiva, entre otros.

## Agradecimientos

Agradecemos a cada uno de los funcionarios del PNN Chingaza por los valiosos aportes en la documentación de la avifauna del área protegida. En particular a Edgar Olaya, director de la Dirección Territorial Orinoquia (DTOR), al grupo de Sistemas de Información Geográfica (SIG) del PNN Chingaza liderado por Alexis Ortiz y a Margarita Rozo del grupo de Gestión y Manejo de la Unidad de Parques Nacionales Naturales de Colombia. A los estudiantes del semillero de ornitología de la Pontificia Universidad Javeriana, en particular a Santiago Rosado y Carlos Arcila, por su apoyo durante la expedición Colombia BIO-Chingaza en San Juanito. Por último, a los sabedores locales de la zona de amortiguación, por el acompañamiento y traspaso de conocimiento tradicional del territorio Chingaza.

## Referencias

- Andrade, G. I., Rosas, M. & Repizzo, A. (1993). Notas preliminares sobre la avifauna y la integridad biológica de Carpanta. En Andrade, G. I. (Ed.). *Carpanta: Selva Nublada y Páramo*. Pp: 207-228. Bogotá D. C.: Fundación Natura, Bogotá.
- Álvarez, M., Escobar S., F., Mendoza-Cifuentes, H. & Villarreal L., H. F. (1999). *Caracterización de la biodiversidad en áreas prioritarias de la vertiente oriental de la Cordillera Oriental*. (Informe técnico). Bogotá D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Arenas-Mosquera, D. (2011). Aspectos de la biología reproductiva del periquito aliamarillo (*Pyrrhura calliptera*) en los bosques altoandinos de La Calera, Colombia. *Conservación Colombiana*, 14, 58-70.
- Avendaño, J. E., Stiles, F. G. & Cadena, C. (2013). A new subspecies of Common Bush-Tanager (*Chlorospingus flavopectus*, Emberizidae) from the east slope of the Andes of Colombia. *Ornitología Colombiana*, 13, 44-58.
- Avendaño, J. E., Bohórquez, C. I., Rosselli, L., Arzuza-Buelvas, D., Estela, F. A., Cuervo, A. M., Stiles, F. G. & Renjifo, L. M. (2017). Lista de chequeo de las aves de Colombia: Una síntesis del estado del conocimiento desde Hilty & Brown (1986). *Ornitología Colombiana*, 16, eA01-6.
- Ayerbe-Quiñones, F. (2018). *Guía ilustrada de la Avifauna colombiana*. Bogotá D.C.: Wildlife Conservation Society Colombia. 212 pp.
- Baptiste, L. G., Pinedo-Vásquez, M., Gutiérrez-Vélez, V. H., Andrade, G. I., Vieira, P., Estupiñán-Suárez, L. M., Londoño, M. C., Laurance, W. & Ming, T. (2017). Greening peace in Colombia. *Nature Ecology and Evolution*, 1, 0102. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0102>
- Barbosa, C. E., Cuervo, D. A. & Rodríguez, G. H. (1984). *Compilación de aspectos biofísicos del Parque Nacional Natural Chingaza*. Bogotá D.C.: Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA), División Fauna Terrestre. 66 pp.
- Botero-Delgadillo, E. & Páez, C. A. (2011). Estado actual del conocimiento y conservación de los loros amenazados de Colombia. *Conservación Colombiana*, 14, 86-151.
- Boyla, K. & Estrada, A. (Eds.) (2005). *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad*. Quito: BirdLife International (Conservation Series 14), Conservation International. 769 pp.
- Bruner, A. G., Gullison, R. E., Rice, R. E. & da Fonseca, G. A. B. (2001). Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science*, 291(5501), 125-128. <https://doi.org/10.1126/science.291.5501.125>
- Carr, C. M., Hardy, S. M., Brown, T. M., Macdonald, T. A. & Hebert, P. H. N. (2011). A tri-oceanic perspective: DNA barcoding reveals geographic structure and cryptic diversity in Canadian polychaetes. *PLoS ONE*, 6(7), e22232. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022232>
- Ceballos, G. (2007). Conservation priorities for mammals in megadiverse Mexico: the efficiency of reserve networks. *Ecological Applications*, 17(2), 569-578. <https://doi.org/10.1890/06-0134>
- Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M. A., Córdoba-Córdoba, S. & Sua-Becerra, A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Biota Colombiana*, 14(2), 235-272.
- Collar, N. J. & Salaman, P. (2013). The taxonomic and conservation status of the *Oxygogon* helmetcrests. *Conservación Colombiana*, 19, 31-38.
- Forero-Medina, G. & Joppa, L. (2010). Representation of global and national conservation priorities by Colombia's protected area network. *PLoS ONE*, 5(10), e13210. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013210>
- Freeman, B. G., Scholer, M. N., Ruiz-Gutiérrez, V. & Fitzpatrick, J. (2018). Climate change causes upslope shifts and mountaintop extirpations in a tropical



- bird community. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 115(47), 11982-11987.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.1804224115>
- García-Márquez, J. R., Krueger, T., Páez, C. A., Ruiz-Agudelo, C. A., Bejarano, P., Muto, T. & Arjona, F. (2016). Effectiveness of conservation areas for protecting biodiversity and ecosystem services: a multi-criteria approach. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 13(1), 1-13.  
<https://doi.org/10.1080/21513732.2016.1200672>
- González-Maya, J. F., Viquez-R., L. R., Belant, J. L. & Ceballos, G. (2015). Effectiveness of protected areas for representing species and populations of terrestrial mammals in Costa Rica. *PLoS ONE*, 10(5), e0124480.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124480>
- Hebert, P. D. N., Stoeckle, M. Y., Zemlak, T. S. & Francis, C. M. (2004). Identification of birds through DNA Barcodes. *PLoS BIOLOGY*, 2(10), e312.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0020312>
- Hilty, S. L. & Brown, W. (1986). *A guide to the birds of Colombia*. New Jersey, USA: Princeton University Press, Princeton. 836 pp.
- Ivanova, N., Grainger, C. & Hajibabaei, M. (2006a). *Glass fiber DNA extraction: A new inexpensive method for high throughput DNA isolation*. (Informe técnico). Canadá: CCDB Advances, Methods Release No. 1, Noviembre 3, 2006.
- Ivanova, N. V., deWaard, J. R. & Hebert, P. D. N. (2006b). An inexpensive, automation-friendly protocol for recovering highquality DNA. *Molecular Ecology Notes*, 6(4), 998-1002.  
<https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2006.01428.x>
- Kattán, G. H. & Álvarez-López, H. (1996). Preservation and management of biodiversity in fragment landscapes in the Colombian Andes. En: Schelhas, J. & Greenberg (eds.). *Forest patches in tropical landscape*. Pp: 317 - 321. Washington, D. C.: Island Press.
- Kearse, M., Moir, R., Wilson, A., Stones-Havas, S., Cheung, M., Sturrock, S., Buxton, S., Cooper, A., Markowitz, S., Duran, C., Thierer, T., Ashton, B., Mentjies, P. & Drummond, A. (2012). Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. *Bioinformatics*, 28(12), 1647-1649.  
<https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts199>
- Linares-Romero, L. G., Stiles, F. G., Rosselli, L., Camargo, P., Candil, J., Galindo-T, R., Avellaneda, F. E. & Pulido, A. R. (2017). *Guía de aves del Parque Nacional Natural Chingaza*. Bogotá D. C.: La Imprenta Editores S. A. Pp. 248.
- Lora, C. (1999). *El Parque Nacional Natural Chingaza*. Trabajo presentado en I Simposio taller de investigación para la región del PNN Chingaza, Bogotá D.C.; Ministerio del Medio Ambiente - Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Fundación Natura, Wildlife Conservation Society.
- McKay, W. (1979). *Nuevos registros y observaciones de aves en el Parque Nacional Natural Chingaza*. (Informe técnico). Bogotá D.C.: Unidad Administrativa Especial del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN), PNN Chingaza. 18 pp.
- McMullan, M. & Donegan, T.M. (2014). *Field guide to the birds of Colombia, second edition*. Bogota D.C.: Fundación ProAves. 226 pp.
- Naranjo, L. G., Amaya, J. D., Eusse-González, D. & Cifuentes-Sarmiento, Y. (Eds.). (2012). *Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Aves*. Vol. 1. Bogotá D.C.: Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF Colombia. 708 pp.
- NatureServe & EcoDesición. (2015). *Hotspot de Biodiversidad de los Andes Tropicales*. Critical Ecosystem Partnership Fund. 475 pp.
- Parque Nacional Natural Chingaza. (2017). *Reformulación participativa del Plan de Manejo Parque Nacional Natural Chingaza*. Bogotá: Parques Nacionales Naturales de Colombia. 254 pp.
- Ratnasingham, S. & Hebert, P. D. N. (2007). BOLD: The Barcode of Life Data System ([www.barcodinglife.org](http://www.barcodinglife.org)). *Molecular Ecology Notes*, 7, 355-364.  
<https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.01678.x>
- Remsen, J. V., Areta, J. I., Cadena, C. D., Claramunt, S., Jaramillo, A., Pacheco, J. F., Robbins, M. B., Stiles, F. G., Stotz, D. F. & Zimmer, K. J. (2018). *A classification of the bird species of South America*. American Ornithologists' Union. Versión [8 octubre 2018].
- Renjifo, L. M., Gómez, M. F., Velásquez-Tibatá, J., Amaya Villarreal, A. M., Kattán, G. H., Rubio, J. D., J. Jiménez & Gutiérrez, N. (2010). *Definición de criterios para la delimitación de páramos del país y de lineamientos para su conservación*. (Informe Técnico). Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 46 pp.
- Renjifo, L. M., Gómez, M. F., Velásquez-Tibatá, J., Amalla-Villareal, A. M., Kattán, G. H., Amaya-Espinel, J. D. & Burbano-Girón, J. (2014). *Libro rojo de aves de Colombia, Volumen I: bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica*. Bogotá D.C.: Editorial Pontificia Universidad

- Javeriana e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 564 pp.
- Renjifo, L. M., Amaya-Villareal, A. M., Burbano-Girón, J. & Velásquez-Tibatá, J. (2016). *Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país*. Bogotá D.C.: Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 563 pp.
- Rodríguez, O. A., Moya, H. & Matta, N. E. (2009). Avian blood parasites in the National Natural Park Chingaza: high Andes of Colombia. *Hornero*, 24(2), 1-6.
- Rodríguez, N., Armenteras, D. & Retana, J. (2013). Effectiveness of protected areas in the Colombian Andes: deforestation, fire and land-use changes. *Regional Environmental Change*, 13(2), 423-435.
- Rosselli, L., Stiles, F. G. & Camargo, P. (2017). Changes in the avifauna in a high Andean cloud forest in Colombia over 26-year period. *Journal of Field Ornithology*, 88(3), 211-228. <https://doi.org/10.1111/jfo.12204>
- Salaman, P., Stiles, F. G., Bohórquez, C., Álvarez, M., Umaña, A. M., Donegan, T. & Cuervo, A. (2002). New and noteworthy bird records from the east slope of the Andes of Colombia. *Caldasia*, 24(1), 157-189.
- Sepúlveda, C., Moreira, A. & Villaroel, P. (1997). Conservación biológica fuera de las áreas protegidas. *Ambiente y Desarrollo*, 13(2), 48 - 58.
- Şekercioğlu, Ç., Schneider, S. H., Fay, J. P. & Loarie, S. R. (2008). Climate change, elevational range shifts and bird extinctions. *Conservation Biology*, 22, 140-150. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00852.x>
- Şekercioğlu, Ç., Wenny, D. G. & Whelan, C. J. (2016). *Why birds matter: Avian ecology function and ecosystem services*. Chicago, US: The University of Chicago Press. 387 pp. <https://doi.org/10.7208/chicago/>
- Stattersfield, A., Crosby, M. J., Long, A. J. & Wege, D. C. (1998). *Endemic Bird Areas of the world: priorities for biodiversity conservation*. Cambridge, UK: Bird-Life International.
- Stiles, F. G. (1992). A new species of antpitta (Formicariidae: Grallaria) from the eastern Andes of Colombia. *Wilson Bulletin of Ornithology*, 104, 389-399.
- Stiles, F. G. & Rosselli, L. (1998). Inventario de las aves de un bosque altoandino: Comparación de dos métodos. *Caldasia*, 20(1), 29-43.
- Umaña, A. M., Echeverry, M. A. & Córdoba-Córdoba, S. (2007). Aves. En: Mendoza-C., H. (Comp.). *Caracterización biológica de cuatro áreas del Parque Nacional Natural Chingaza, Cundinamarca, Colombia*. (Informe técnico). Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- UNESIS. (1991). *Listado preliminar de la Avifauna del PNN Chingaza*. (Informe técnico). Bogotá: Informe final de la primera etapa del Programa de Investigación para el desarrollo de la Ecología y Sistemática en la Universidad Javeriana (1989-1991).
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. & Umaña, A. M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogotá D.C.: Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 236 pp.

**Luis Guillermo Linares-Romero**

Parque Nacional Natural Chingaza. Colombia  
 lucehege@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-6827-1294>

**Orlando Acevedo-Charry**

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt  
 Bogotá, Colombia  
 oacevedo@humboldt.org.co  
<https://orcid.org/0000-0003-4964-8994>

**Fredy Avellaneda**

Parques Nacionales Naturales de Colombia  
 Bogotá, Colombia  
 difre1785@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-1026-6112>

**Oswaldo Cortés-Herrera**

Bogotá Birding  
 Bogotá, Colombia  
 oswaldo.aves@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-9205-4898>

**Andrés M. Cuervo**

Universidad Nacional de Colombia  
 Bogotá, Colombia  
 amcuervom@unal.edu.co

**Robinson Galindo-T.**

Parques Nacionales Naturales de Colombia  
 Bogotá, Colombia  
 robinson.galindo@parquesnacionales.gov.co

**David Hernandez**

Parques Nacionales Naturales de Colombia  
 Bogotá, Colombia  
 dehernandezr@unal.edu.co

**Sebastián Pérez-Peña**

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt  
 Bogotá, Colombia  
 sperez@humboldt.org.co  
<https://orcid.org/0000-0003-2501-2334>

**Ángel Ramiro Pulido**

Parques Nacionales Naturales de Colombia  
 Bogotá, Colombia  
 ramiroag7@yahoo.es

**Paola Pulido-Santacruz**

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt  
 Bogotá, Colombia  
 ppulido@humboldt.org.co  
<https://orcid.org/0000-0001-7125-0304>

**Diana Santana**

Parques Nacionales Naturales de Colombia  
 Bogotá, Colombia  
 dmsantanam@gmail.com

**Glenn F. Seeholzer**

American Museum of Natural History  
 Estados Unidos de América  
 gseeholzer@amnh.org

**María del Socorro Sierra-Buitrago**

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt  
 Bogotá, Colombia  
 msierra@humboldt.org.co  
<https://orcid.org/0000-0002-1613-8077>

**Juliana Soto-Patiño**

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt  
 Bogotá, Colombia  
 dsoto@humboldt.org.co  
<https://orcid.org/0000-0002-8824-0783>

**Oscar Laverde**

Pontificia Universidad Javeriana  
 Bogotá, Colombia  
 laverdeo@javeriana.edu.co  
<https://orcid.org/0000-0003-0447-4724>

---

**Aves del Parque Nacional Natural Chingaza y zona de amortiguación, Cordillera Oriental de Colombia**

**Citación del artículo:** Linares-Romero, L.G., Acevedo, O., *et al.* (2020). Aves del Parque Nacional Natural Chingaza y zona de amortiguación, Cordillera Oriental de Colombia. *Biota Colombiana*, 21(1), 117-129. DOI: [10.21068/c2020.v21n01a09](https://doi.org/10.21068/c2020.v21n01a09)

**Recibido:** 16 de abril de 2019

**Aprobado:** 12 de noviembre 2019

# Guía para autores

---

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

Los trabajos pueden estar escritos en español, inglés o portugués, aunque preferimos que los autores escriban en inglés, para acelerar el proceso de publicación y tener mayor visibilidad e impacto. Los manuscritos no deben exceder de 25 páginas (párrafo espaciado a 1,5 líneas), incluyendo tablas, figuras y anexos.

De particular interés para la revista son las descripciones de especies nuevas para la ciencia, nuevos registros geográficos, listados de especies temáticos o regionales, inventarios, bases de datos relacionados con biodiversidad, colecciones biológicas y reportes de muestreo. Se reciben manuscritos que sean artículos científicos de investigación, así como notas de actualidad, reseñas, novedades bibliográficas y artículos de datos.

Un Artículo de Datos o *Data Paper* es un tipo de publicación académica que surgió como un mecanismo para incentivar la publicación de datos sobre biodiversidad. Como su nombre lo sugiere, este tipo de artículos se basan en la descripción de un conjunto de datos primarios, y aunque no es una investigación científica *sensu stricto*, se espera que contengan información acerca de la historia del conjunto de datos (propósito del mismo, metodología sobre la toma de los datos, financiadores, coberturas taxonómicas y geográficas, etc.) y sobre su valor y utilidad (básica o aplicada) para la comunidad científica. Lo novedoso y venta-

joso de este modelo de publicación es que el manuscrito siempre está vinculado al conjunto de datos, a través de un enlace a un repositorio web persistente y confiable, el IPT (*Integrated Publishing Toolkit*). Adicionalmente los metadatos que describen ese conjunto de datos y que están documentados en la misma herramienta, deben citar el artículo de datos.

Se recomienda someter un artículo de datos cuando los datos a los que hace referencia son primarios, originales y están restringidos temporal y metodológicamente, se encuentran disponibles en agregadores de datos como el SiB Colombia y GBIF, y pueden ser estructurados con el estándar Darwin Core (DwC).

Todos los manuscritos deben estar correctamente escritos y el estilo utilizado debe ser claro y conciso. Aquellos que tengan deficiencias en su redacción, puntuación o gramática serán devueltos sin pasar a evaluación. Por favor asesórese de un experto en redacción en el idioma correspondiente, antes de someter su manuscrito a Biota Colombiana.

Una vez sometidos, los manuscritos serán revisados mínimo por dos pares científicos, cuya respuesta final de evaluación puede ser: a) publicado sin ningún cambio, b) aceptación condicional y c) rechazo. Para proseguir con el proceso editorial para publicación, el manuscrito debe haber sido aceptado por el mínimo de dos pares científicos.

Los trabajos deben ser sometidos a través del portal en línea de la revista (<http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota>). En ese enlace también podrán consultar directrices más detalladas sobre el envío, evaluación y preparación de su manuscrito, así como especificaciones de formato y particularidades de los artículos de datos.

# Guidelines for authors

---

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

Papers can be written in Spanish, English or Portuguese, but we prefer contributions in English in order to have shorter publication times and greater visibility and impact. Manuscripts should not exceed 25 pages (with paragraph lines spaced at 1.5) including tables, figures and supplementary material.

Of particular interest for this journal are descriptions of species new to science, new geographic records, thematic or regional species lists, inventories, databases related to biodiversity, biological collections and sampling reports. Biota Colombiana receives scientific research articles, as well as notes, reviews, bibliographic novelties and data papers.

A Data Paper is a type of scientific publication that was designed to stimulate the publication of biodiversity data. As its name suggests, a Data Paper describes a primary data set. Although a Data Paper is not, strictly speaking, a scientific research, it must contain relevant information about the data set (objectives, methods for data collection, funding, taxonomic and geographic coverage, etc.), along with its value and utility (basic or applied) for the scientific community. The great

advantage and novelty of this type of manuscript is that it is linked to the data set through a stable and trustworthy repository, the IPT (Integrated Publishing Toolkit). Also, the data set is supported by metadata also available through the IPT and linked to the Data Paper.

A Data Paper must be submitted only when the linked data are primary and original data that have a temporal and methodological restriction and are available in data aggregators such as SiB Colombia and GBIF. Data must follow the Darwin Core (DwC) standard.

All manuscripts must be written correctly with a clear and concise style. Those with poor writing, punctuation or grammar will be returned to authors. Please seek assistance in writing and ask for help from a native speaker of the language you use in your paper.

Manuscripts will be reviewed by at least two scientific peers. Results of peer review may include any of the following: a) accepted, b) conditional acceptance, and c) rejected. For a manuscript to continue its editorial process, it must have been accepted by at least two reviewers.

Manuscripts must be submitted through the online platform of the journal (<http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota>). In this link you may also consult more details about the submission, evaluation, and preparation of your manuscript, as well as format specifications and particularities of data papers.

Una publicación del / A publication of:  
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt  
En asociación con / In collaboration with:  
Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia  
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - Invemar  
Missouri Botanical Garden

## Tabla de contenido / Table of contents

### Artículos

- Pág. 1 **Caracterización funcional de plantas y su utilidad en la selección de especies para la restauración ecológica de ecosistemas altoandinos**  
*Angélica María Cogollo Calderón, Patricia Velasco Linares, Leonardo Manosalva*
- Pág. 16 **Registros de Streblidae (Diptera: Hippoboscoidea) en un fragmento de bosque seco tropical en Colombia (Inglés)**  
*Oscar Ascuntar-Osnas, Sebastián Montoya-Bustamante, Baltazar González-Chávez*
- Pág. 28 **Ictiofauna del río Manso (Caldas, Colombia)**  
*Wilton Aguiar Gómez, Gian Carlo Sánchez Garcés, Paula Andrea Bonilla*
- Pág. 41 **Herpetofauna de dos municipios del suroeste de Colombia (Inglés)**  
*María Alejandra Pinto-Erazo, Martha Lucía Calderón Espinosa, Guido Fabian Medina Rangel, Miguel Ángel Méndez Galeano*
- Pág. 58 **Aves del Cañón del Chicamocha, Colombia: un llamado para su conservación**  
*Sergio Andrés Collazos-González, Juliana Zuluaga-Carrero, José Oswaldo Cortés-Herrera*
- Pág. 86 **Análisis demográfico para el manejo reproductivo de jaguares (*Panthera onca*) cautivos en parques zoológicos de Colombia**  
*Santiago Jiménez González, Haydy Monsalve Redwan, María Angélica Moreno Duarte, Claudia Jiménez Escobar*

### Notas y comentarios

- Pág. 104 **Ampliación del área de distribución de *Micrurus camilae* (Serpentes: Elapidae) en el Caribe colombiano**  
*Sergio Alejandro Pelaez Plazas, Lilia Alejandra Perlaza Berrio*
- Pág. 109 **Modelamiento de la distribución potencial de *Corapipo leucorrhoea* (Pipridae) en el valle alto del Magdalena, Tolima, Colombia**  
*Cristhian David Gaitán García, Sergio Losada Prado*

### Artículos de datos

- Pág. 117 **Aves del Parque Nacional Natural Chingaza y zona de amortiguación, Cordillera Oriental de Colombia**  
*Luis Guillermo Linares-Romero, Orlando Acevedo-Charry, Fredy Avellaneda, Oswaldo Cortés-Herrera, Andrés M. Cuervo, Robinson Galindo-T, David Hernández, Sebastián Pérez-Peña, Ángel Ramiro Pulido, Paola Pulido-Santacruz, Diana Santana, Glenn F. Seholzer, María del Socorro Sierra-Buitrago, Juliana Soto-Patiño, Oscar Laverde-R.*
- Pág. 130 **Guía para autores**
- Pág. 131 **Guidelines for authors**