

**MAMÍFEROS URBANOS COLOMBIANOS: UNA REVISIÓN DE LO QUE SABEMOS Y LO QUE NOS FALTA****Colombian urban mammals: review of what we know and what we need to do next**Francisco SÁNCHEZ<sup>1</sup> \*

<sup>1</sup>Grupo de investigación ECOTONOS, Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos, km 12 vía Puerto López, vereda Barcelona, Villavicencio, Colombia.

\*For correspondence: fasbos@gmail.com

**Received:** 14<sup>th</sup> October 2019, **Returned for revision:** 10<sup>th</sup> June 2020, **Accepted:** 26<sup>th</sup> August 2020.

**Associate Editor:** Sonia Gallina Tessaro.

**Citation/Citar este artículo como:** Sánchez F. Mamíferos urbanos colombianos: una revisión de lo que sabemos y lo que nos falta. Acta Biol Colomb. 2021;26(2):262-272. Doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v26n2.82858>

**RESUMEN**

Los ecosistemas urbanos están entre los ambientes que más rápido crecen en el planeta debido al incremento de la población humana, y es necesaria información que permita tomar decisiones para el manejo y conservación de su biodiversidad. Por ello se revisaron las publicaciones sobre mamíferos urbanos colombianos y se analizaron cuatro aspectos: 1) la relación entre el número de publicaciones y el año, 2) la representación del conocimiento por regiones naturales y departamentos, 3) la relación entre el número de publicaciones y la población humana por departamento, y 4) la representación de los temas y órdenes de mamíferos estudiados en las diferentes regiones naturales. El número de publicaciones sobre los mamíferos urbanos se ha incrementado exponencialmente con el tiempo, pero estas no están distribuidas uniformemente entre las regiones naturales y departamentos. El número de publicaciones se incrementó con la población humana en los departamentos. Sin embargo, en algunos departamentos existe un número de publicaciones mayor al esperado, mientras que en otros están por debajo de las expectativas. Hay limitada información sobre las respuestas ecológicas de los mamíferos a la urbanización, su posibilidad de transmitir enfermedades, la composición de especies en la mayoría de las áreas urbanas y el efecto de la urbanización sobre la diversidad. Se sugiere aprovechar espacios como los campus universitarios e indicadores comportamentales de bajo costo para hacer experimentación y ayudar a desarrollar estrategias que permitan la coexistencia de humanos y mamíferos silvestres en y alrededor de las ciudades.

**Palabras clave:** biodiversidad urbana, ciudades, diagnóstico de conocimiento, Mammalia.

**ABSTRACT**

Urban ecosystems are amongst the fastest growing environments on the planet due to the increase in human population. Hence, it is necessary to obtain information about biodiversity in such environments for their management and conservation. I reviewed the publications about Colombian urban mammals and analyzed four aspects: 1) the relationship between the number of publications and the year, 2) the contribution of publications from natural regions and departments, 3) the relationship between the number of publications and the human population per department, and 4) the contribution of publications about different subjects and mammal orders in different natural regions. The number of publications about urban mammals has increased exponentially with time, but the number of publications is not uniformly distributed among natural regions or departments. There was a positive relationship between the human population size per department and the number of publications. Nevertheless, in some departments, there was a higher than expected number of publications, whereas in others it was below the expectations. There is limited information about the ecological responses of mammals to urbanization, their possibility to transfer diseases, the species composition in most urban areas, and the effect of urbanizations on mammal diversity. I suggest that places such as university campuses and low-cost behavioral indicators based on activity or foraging should be used for experiments to develop strategies to allow the coexistence between humans and wild mammals in and around the cities.

**Keywords:** cities, knowledge survey, Mammalia, urban biodiversity.

## INTRODUCCIÓN

Los ambientes urbanos están entre las coberturas terrestres con mayor crecimiento en el mundo, y en consecuencia la urbanización se ha convertido en una de las principales amenazas para la biodiversidad a nivel global (Grimm *et al.*, 2008). Además, las poblaciones humanas urbanas crecen a una tasa mayor que las poblaciones rurales (United Nations, 2019), por lo que se espera que las áreas urbanas continúen incrementándose. Desde los socioecosistemas urbanos se toman acciones y decisiones que tienen impacto sobre los asentamientos humanos y otras áreas que los rodean, y por ello las urbanizaciones definen el carácter del territorio a su alrededor (Pickett *et al.*, 2008). En efecto, de los centros urbanos se desprenden vías que conectan con otros centros urbanos o las áreas que aportan recursos para mantenerlos, y al hacerlo fragmentan el paisaje natural (Lodé, 2000; Aubad *et al.*, 2010).

La urbanización tiene impactos complejos sobre la biodiversidad y éstos adicionalmente operan a múltiples escalas espaciales (Savard *et al.*, 2000; Demuzere *et al.*, 2014). Por ello, hay necesidad de información a diferentes niveles para analizar los desafíos que tiene la biodiversidad en ambientes urbanos y para proponer e implementar estrategias para su manejo y conservación. Además, los análisis a nivel global indican que los efectos de la urbanización sobre la biodiversidad pueden depender de factores como los corredores ecológicos disponibles, las características de la vegetación, el uso del suelo y la edad de la ciudad (Aronson *et al.*, 2014; Demuzere *et al.*, 2014). Sin embargo, estos estudios también resaltan que los patrones reconocidos pueden estar sesgados debido a que la mayoría de los estudios se han realizado con un número limitado de taxones, y entre los vertebrados la información se limita principalmente a las aves de zonas templadas y por lo tanto son necesarios más estudios urbanos en zonas tropicales.

En América Latina más del 80 % de la población vive en ciudades y se ha estimado que, en promedio, la expansión de las ciudades es de 20 m<sup>2</sup> por minuto (Inostroza *et al.*, 2013; Inostroza, 2017). Acorde con esta realidad, los resultados del censo nacional de población y vivienda de Colombia 2018 indican que el 77,8 % de los habitantes del país se concentran en cabeceras municipales (DANE, 2019). Dado que Colombia es un país megadiverso (Moreno *et al.*, 2018), tenemos más biodiversidad que perder que la mayoría de los países del planeta y se deben considerar estrategias para conservar esta biodiversidad, incluso en ambientes altamente perturbados como los urbanos. Para ello se debe conocer la información disponible sobre la biodiversidad que se busca conservar y manejar.

En ecosistemas naturales, los mamíferos dispersan semillas y esporas, polinizan flores, controlan las poblaciones de otros organismos por depredación o porque son presa de otros depredadores (Goszczynski, 1977; Fleming y Sosa, 1994; Norrdahl y Korpimäki; 1995, Abranches *et al.*, 1998;

deMattia *et al.*, 2004). Los mamíferos también son valorados por algunos humanos por su connotación cultural, estética o por su utilidad como recursos de diferente tipo (Rengifo-Salgado *et al.*, 2017; Alves Barbosa *et al.*, 2018). A pesar de esto, la información disponible indica que solo algunos mamíferos parecen tolerar las áreas urbanas, mientras que otros, generalmente los de mayor tamaño o de hábitos alimentarios restringidos, las evitan (McCleery, 2010; Lowry *et al.*, 2012; Adams, 2016). Sin embargo, como se indicó con anterioridad, la información disponible se concentra principalmente en áreas templadas y no se han evaluado los mamíferos urbanos en Colombia. Por lo anterior, se hizo una revisión sobre el tema para tener una idea de cuánto sabemos y ofrecer recomendaciones sobre cómo proceder en el futuro. Particularmente, en esta revisión se analizan cuatro aspectos: 1) la relación entre el número de publicaciones y el año, 2) la representación del conocimiento por regiones naturales y departamentos del país, 3) la relación entre el número de publicaciones y la población humana por departamento, y 4) la representación de los temas y órdenes de mamíferos estudiados en las diferentes regiones naturales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron búsquedas en Google Académico (<https://scholar.google.com/>) y se revisaron las primeras 30 páginas utilizando como palabras clave: “mamíferos Colombia urbano”, “ecología urbana Colombia mamíferos”, “historia natural urbano Colombia mamíferos”, “taxonomía urbano Colombia mamíferos”, “distribución urbano Colombia mamíferos”, “enfermedades urbano Colombia mamíferos”, “interacción entre humanos y mamíferos urbano Colombia mamíferos”, “conservación urbano Colombia mamíferos”. También, se revisaron las primeras diez páginas de Google Académico para cada capital de departamento usando como palabras clave “capital de departamento departamento mamíferos”, e.g., “Rioacha Guajira mamíferos”, y para cada región, e.g. “Andes mamíferos urbano”. Además, se hicieron todas las búsquedas anteriores con las mismas palabras clave escritas en inglés. Se revisaron los 760 registros disponibles al buscar en Science Direct (<https://www.sciencedirect.com/>) utilizando las palabras clave “urban Colombia mammals”. Asimismo, se revisó la literatura citada en las publicaciones encontradas para identificar referencias adicionales. No se incluyeron registros relacionados con trabajos sobre educación ambiental, ni de estudios sobre especies no nativas, y dado que varios departamentos no cuentan con mamíferos acuáticos, se excluyeron los estudios sobre ellos. Tampoco se consideraron los trabajos de grado para asegurar que los estudios hubieran sido evaluados y editados. Se incluyó el departamento de San Andrés y Providencia dentro de la región Caribe colombiana, y se trató a Bogotá como una unidad político-administrativa

equivalente a un departamento por su tamaño poblacional. Se dividieron las referencias en las siguientes categorías de acuerdo con el tema del estudio: 1) distribución y taxonomía, 2) inventarios, 3) estudio de enfermedades y parásitos, 4) ecología e historia natural, y 5) “otros”, categoría en la que se agruparon los estudios de morfología, genética, revisión de amenazas, fisiología, etología y propuestas de conservación.

La definición de ambiente urbano depende del autor y el enfoque (Marzluff *et al.*, 2001), pero existe un acuerdo en que los ecosistemas urbanos comprenden áreas densamente pobladas y construidas, así como ambientes periurbanos que incluyen ex-urbanos, suburbanos, e incluso rurales o nativos, directamente manejados o afectados por el flujo de materia y energía del núcleo urbano (Pickett *et al.*, 2008). Por otra parte, las urbanizaciones en América Latina crecen rápidamente (Inostroza, 2017) y el crecimiento de las urbanizaciones lejos de las ciudades principales puede ocurrir promovido por actividades como la deforestación y la minería (Richards y VanWey, 2015). En otras palabras, lo que hoy es bosque bien conservado a pocos kilómetros de la ciudad, puede rápidamente cambiar en calidad o puede dejar de ser bosque en períodos cortos de tiempo. También, los mamíferos con diferentes biología y tamaños pueden reaccionar a distancias distintas ante los efectos de borde creados por las ciudades, lo cual afecta sus patrones de abundancia u ocupación (Sauvajot *et al.*, 1998; Villaseñor *et al.*, 2014; Kowalski *et al.*, 2015). Por ello, se incluyeron estudios realizados a menos 10 km del núcleo urbano reconocible en imágenes de Google Earth, y se categorizaron como periurbanos. Se consideraron referencias en las que fuera posible definir, con base en la descripción del área de estudio o con base en las coordenadas disponibles, si el trabajo se realizó en el núcleo urbano y/o en el área periurbana.

### Análisis estadísticos.

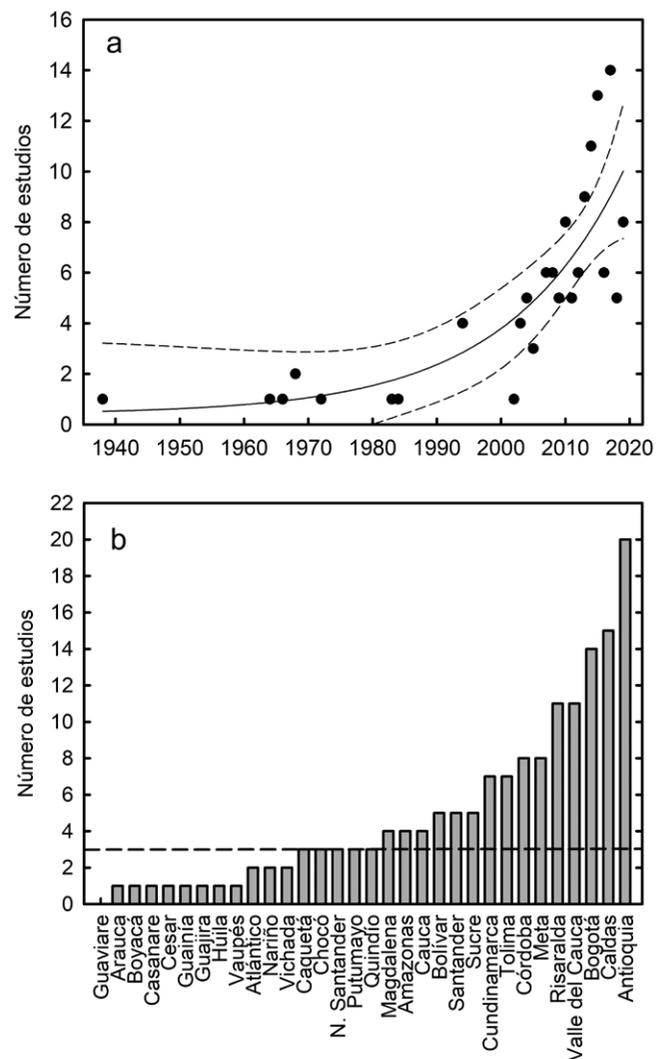
Se examinó la relación entre el número de estudios y el año (1938 a 2019), y entre el número de estudios y la población humana por departamento (según [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co) para el 2018), con regresiones basadas en diferentes funciones (Zar, 2010). Se evaluó el ajuste de dichas funciones a los datos con análisis de residuales (Kuehl, 2000).

## RESULTADOS

Se encontraron 130 publicaciones sobre mamíferos urbanos en Colombia hasta agosto de 2020 (Tabla S1). Algunas publicaciones incluían información sobre varios temas, se realizaron en núcleos urbanos y en áreas periurbanas, o presentaban información de varios departamentos o regiones naturales, por lo que aportaron a varias de las categorías analizadas. Por lo anterior, la suma

del número de referencias por categoría superó a 130 en la mayoría de los casos. Por otra parte, el análisis permitió reconocer que la cantidad de estudios sobre mamíferos urbanos en Colombia se ha incrementado exponencialmente entre 1938 y 2019 (Fig. 1a). El número de estudios por año en el siglo XXI, hasta 2019 (promedio  $\pm$  desviación estándar  $6,71 \pm 3,41$  - 118 estudios), fue significativamente mayor que en el siglo XX ( $1,6 \pm 1,07$ ; prueba de U,  $U = 6,5$ ,  $p < 0,01$  - 12 estudios).

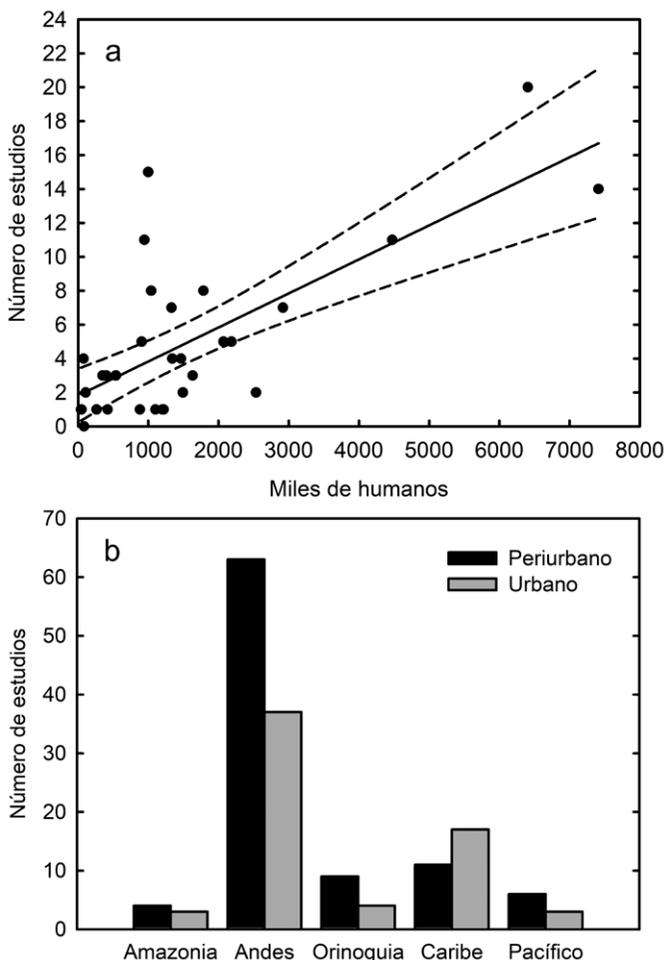
La región Pacífica tuvo siete estudios, la Amazonia ocho, la Orinoquia diez, el Caribe 22, y los Andes 87. En ocho departamentos hubo solo una publicación, el 56,25 % de los departamentos tuvieron menos de cuatro estudios y en Guaviare no hubo publicaciones (Fig. 1b).



**Figura 1. a)** Número de estudios sobre mamíferos urbanos realizados en Colombia por año, entre 1938 y 2019. Los datos se ajustan bien al modelo exponencial: Número de estudios =  $1,39E-41 e^{0,48 \times \text{año}}$  ( $R^2 = 0,636$ ;  $p < 0,01$ ). **b)** Número de estudios sobre mamíferos urbanos por departamento de Colombia; la línea punteada corresponde a la mediana del número de estudios por departamento.

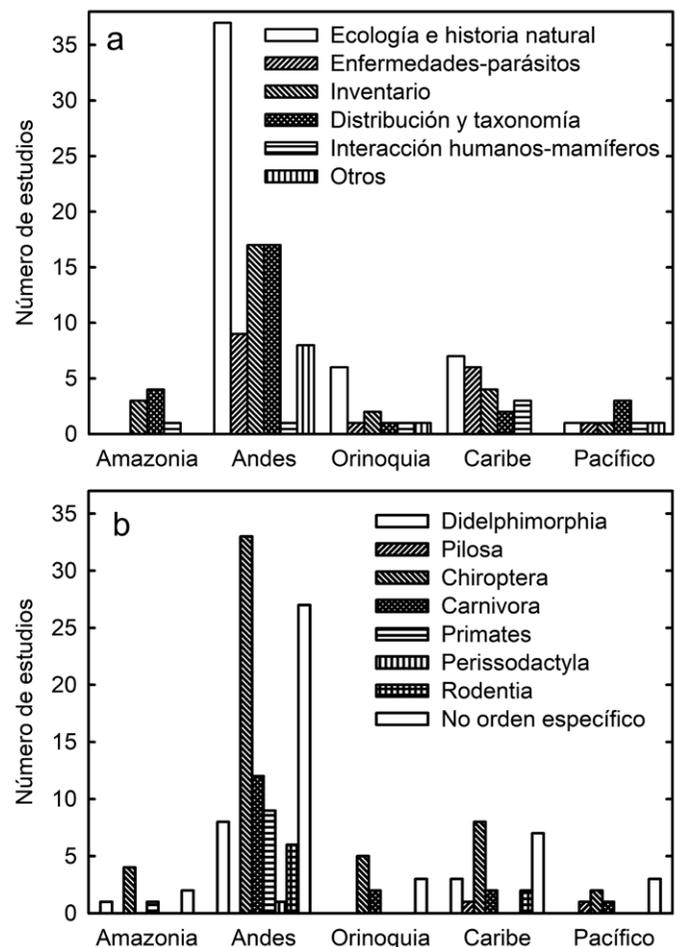
Cundinamarca, Tolima, Meta, Córdoba, Risaralda, Valle del Cauca, Bogotá y Caldas tuvieron entre ocho y 14 estudios, mientras que Antioquia tuvo 20. El número de estudios se relacionó positivamente con la población humana de los departamentos (Fig. 2a). Sin embargo, departamentos con menos de dos millones de personas mostraron una alta variación en los datos, y por ejemplo Córdoba, Caldas, Meta y Risaralda tuvieron valores superiores a los esperados con base en el modelo lineal. Por su parte, Atlántico, Boyacá, Cesar, Guajira, Huila y Nariño tuvieron valores inferiores a los esperados.

Hubo más estudios sobre mamíferos en áreas periurbanas que en áreas urbanas para los Andes, la Orinoquia y el Pacífico, mientras que en la Amazonia hubo un número similar en ambas áreas (Fig. 2b). Por el contrario, en el Caribe hubo más investigaciones en áreas urbanas que en periurbanas. Los estudios más frecuentes



**Figura 2. a)** Relación entre el número de estudios y número de humanos (en miles) por departamento para 2018; los datos se ajustan bien al modelo lineal:  $\text{Número de estudios} = 0,020 \cdot \text{Número de humanos} + 1,82$  ( $R^2 = 0,517$ ;  $p < 0,01$ ). Las líneas discontinuas corresponden al intervalo de confianza del 95%. **b)** Número de estudios realizados en núcleos urbanos o ambientes periurbanos, i.e., zonas alrededor del área nuclear urbanizada a máximo 10 km del límite urbano.

fueron los de ecología e historia natural (51), seguidos por trabajos sobre distribución y taxonomía (27), inventarios (27), estudios relacionados con enfermedades y parásitos (17) y relacionados con la interacción entre humanos y mamíferos (siete) (Fig. 3a). Los estudios sobre ecología e historia natural fueron los más frecuentes en los Andes y la Orinoquia, mientras que el número de este tipo de trabajos fue similar a aquellos sobre enfermedades y parásitos en el Caribe. No hubo publicaciones sobre ecología en la Amazonia, y allí, junto con la región Pacífica, fueron más frecuentes los trabajos sobre distribución y taxonomía. En todas las regiones naturales hubo al menos un inventario, un estudio sobre distribución y taxonomía y un estudio sobre la interacción humanos-mamíferos, excepto por la región Pacífica. En la región Andina hubo estudios sobre morfología, genética, revisión de amenazas, fisiología y etología, y propuestas de conservación. En la Orinoquia también hubo una investigación sobre genética poblacional y en el Pacífico se encontró una propuesta de conservación



**Figura 3.** Número de estudios sobre mamíferos urbanos por región natural con base en el tema de interés **a)** y el orden taxonómico estudiado **b)**. En **a)** "Otros" corresponde a estudios sobre morfología, genética, revisión de amenazas y propuestas de conservación, fisiología, o etología.

de mamíferos asociados a cuerpos de agua (categoría Otros, Fig. 3a). Se encontraron estudios sobre siete órdenes de mamíferos (Fig. 3b): Perissodactyla (uno), Pilosa (dos), Primates (ocho), Rodentia (nueve), Didelphimorphia (diez), Carnivora (14), y Chiroptera (43); 42 publicaciones no se concentraron en un orden particular (Fig. 3b). El único orden de mamíferos con estudios en todas las regiones naturales fue Chiroptera, mientras que cuatro especies lograron tres trabajos (*Didelphis pernigra*, *Leopardus pardalis*, *Saguinus leucopus*, *Molossus molossus*), y solo *D. marsupialis* tuvo seis estudios.

## DISCUSIÓN

Los resultados indican que el número de estudios sobre mamíferos urbanos colombianos ha aumentado exponencialmente en el tiempo. Además, hubo más publicaciones por año en el siglo XXI que en el XX. Este mismo patrón fue reportado en una revisión sobre las aves urbanas colombianas (Delgado-V y Correa-H, 2013) y revisiones a nivel global también reconocen un crecimiento considerable en el interés por el estudio de la biodiversidad en ambientes urbanos en las décadas recientes (Pataki, 2015; Adams, 2016; Marzluff, 2016). Además, las publicaciones en Colombia se han concentrado en los Andes, que tiene más de cuatro veces las publicaciones de las otras regiones naturales, y este resultado también es similar al reportado en la revisión sobre aves urbanas (Delgado-V y Correa-H, 2013). En los Andes está la mayor parte de la población colombiana (DANE, 2019) y también la mayoría de las universidades con programas de biología en el país, lo que probablemente explica por qué gran parte de las investigaciones en ambientes urbanos se han realizado en esa región. No obstante, aún en la región Andina hay un bajo número de estudios por departamento, lo que indica una baja disponibilidad de información sobre los mamíferos en ambientes urbanos; esto también concuerda con lo reportado para las aves urbanas (Delgado-V y Correa-H, 2013). Como una excepción está el Departamento de Antioquia, que tiene una cantidad de estudios superior a cualquier otro departamento del país. Sin embargo, aún allí es limitada la información particular sobre la mayoría de sus mamíferos. En efecto, para todo el país solo se encontraron estudios particulares para siete de los 12 órdenes de mamíferos terrestres presentes en Colombia (Solari *et al.*, 2013). Por otra parte, hubo una relación positiva entre la población humana de cada departamento en 2018 y el número de publicaciones allí, pero hubo departamentos que tuvieron valores considerablemente por debajo o por encima del predicho por el modelo lineal. Esto sugiere que hay elementos particulares a cada departamento, además de la población humana, que afectan su capacidad o interés por estudiar los mamíferos urbanos. Por ello, sería deseable encontrar mecanismos, como por ejemplo el trabajo con

grupos con experiencia en el estudio de mamíferos urbanos, para que los grupos de investigadores de los departamentos con baja contribución se fortalezcan en el estudio de este grupo de animales.

La mayoría de los estudios encontrados en los Andes, la Orinoquia y el Pacífico se han realizado alrededor de las ciudades y no dentro de ellas. Esto sugiere que hay información principalmente relacionada con la fauna que existía previa al crecimiento de la ciudad o de especies que pueden llegar a interactuar con los núcleos urbanos y sus habitantes humanos. Así, esta información puede usarse como referencia, por ejemplo, en esfuerzos de restauración en sentido amplio (Clewel y Aronson, 2013), o para planear modificaciones en el espacio que permitan la coexistencia de las especies nativas silvestres con la urbanización (Rosenzweig, 2003). En este sentido son particularmente valiosos los trabajos sobre los factores que afectan el uso del espacio por los mamíferos silvestres; por ejemplo, siete estudios aportaron información sobre ecología de carreteras alrededor de centros urbanos y pueden ayudar a detectar puntos de la vía donde la vida silvestre es más vulnerable (Delgado-V, 2007; de la Ossa-Nadjar y De la Ossa-Velasquez, 2013; Delgado-V, 2014; Castillo-R. *et al.*, 2015; Bedoya-V *et al.*, 2018). También se han usado indicadores comportamentales basados en uso del tiempo o forrajeo para medir la calidad del hábitat para algunos mamíferos, que permiten también reconocer sitios vulnerables o sugerir estrategias particulares para mejorar los ambientes urbanos y detectar posibilidades de mejorar la conectividad ecológica (Sánchez, 2011; Barrera-Niño y Sánchez, 2014; López-Barragán y Sánchez, 2017; Suárez-Cáceres *et al.*, 2020). Estos indicadores han sido recomendados dado que los comportamientos tienen una respuesta a las perturbaciones más veloz que por ejemplo las respuestas demográficas, lo que es conveniente dada la rapidez de los cambios en las urbanizaciones latinoamericanas (Inostroza, 2017). Además, su aplicación puede ser una opción económicamente viable para detectar respuestas o hacer seguimiento a estrategias de conservación (Lindell, 2008; Morris *et al.*, 2009).

Hubo diecisiete estudios sobre la búsqueda de parásitos o de enfermedades en mamíferos urbanos colombianos; en el Caribe las investigaciones fueron más frecuentes en las áreas urbanas, principalmente porque allí se han realizado ese tipo de acercamientos (Londoño *et al.*, 2011; Blanco *et al.*, 2012; Álvarez-Miño y Salazar-Ceballos, 2014; Zambrano-Hernández *et al.*, 2016; Londoño *et al.*, 2017; Ardila *et al.*, 2019). Los mamíferos silvestres pueden actuar como vectores de enfermedades que afectan a los humanos o a la fauna doméstica, y esto es particularmente preocupante en las áreas urbanizadas (Adams, 2016; Han *et al.*, 2016). Con estos estudios se ha ganado información sobre la biología de los mamíferos silvestres y su interacción con los humanos, pero en varios de los trabajos revisados los detalles sobre la

biología de los mamíferos e incluso algunas determinaciones taxonómicas, generan dudas debido a la ausencia de información para verificar la correcta identificación de los mismos. Los detalles sobre la biología de la fauna silvestre, empezando por la identificación, son fundamentales en estudios epidemiológicos y particularmente para entender la relación huésped-hospedero. Por ello, se recomienda que especialistas de la salud humana y animal trabajen en conjunto con biólogos calificados en el trabajo con mamíferos, para permitir aportes más robustos para el estudio de estos temas en ambientes urbanos.

La información sobre la ecología de los mamíferos que habitan en y alrededor de las ciudades es particularmente importante para el manejo de los ambientes urbanos (Baker y Harris, 2007; McCleery, 2010). Aunque los trabajos sobre ecología e historia natural fueron los más frecuentes en la revisión, aún estamos lejos de tener una idea de los requerimientos y factores que afectan las especies que habitan nuestras ciudades. Además, un número considerable de esas investigaciones se concentró en aspectos descriptivos de la diversidad taxonómica de los mamíferos en un lugar particular, y sólo un estudio publicado recientemente presentó resultados a nivel de paisaje para entender los efectos de la urbanización sobre la diversidad de mamíferos. En este caso, se encontró que la diversidad funcional de murciélagos filostómidos está afectada por la transformación del paisaje urbano-rural de Villavicencio y que el efecto de la composición del paisaje dependió de la escala (Ramírez-Mejía *et al.*, 2020). Este tipo de análisis se une a otros trabajos que han resaltado las complejas respuestas de la biodiversidad ante los cambios en y alrededor de las ciudades, y que se relacionan con las particularidades de cada urbanización (Grimm *et al.*, 2008; Beninde *et al.*, 2015). Las áreas urbanas tienen definida su dinámica por la densidad de humanos, la cultura y las actitudes particulares de la gente que habita en ellas (Marzluff *et al.*, 2008). Por ello, y dada la alta diversidad en nuestro país, se necesita analizar los efectos de la urbanización en diferentes ciudades del país y a varias escalas para entender sus efectos particulares sobre los mamíferos silvestres y así planear estrategias para su manejo y atenuar las pérdidas de biodiversidad.

Entre las especies estudiadas, solo cuatro tuvieron tres estudios: *D. pernigra* (Barrera-Niño y Sánchez, 2014; López-Barragán y Sánchez, 2017; Suárez-Cáceres *et al.*, 2020), *Leopardus pardalis* (Sánchez-Lalinde y Pérez-Torres, 2008; Sánchez *et al.*, 2008; Garrote *et al.*, 2019), *S. leucopus* (Poveda y Sánchez-Palomino, 2004; Ruiz-García *et al.*, 2014; Soto-Calderón *et al.*, 2016) y *Molossus molossus* (Ramírez-Chaves *et al.*, 2008; Sampedro-Marín *et al.*, 2008; Sampedro y Martínez, 2009). La especie *D. marsupialis* fue la que tuvo más estudios (seis) y esos trabajos trataron principalmente sobre la relación de este marsupial con diferentes enfermedades (Álvarez-Miño y Salazar-Ceballos, 2014;

Zambrano-Hernández *et al.*, 2016; Reyes *et al.*, 2017; Ardila *et al.*, 2019), y dos estudios trataron sobre su ecología o morfología (Lozada *et al.*, 2015; Saldaña *et al.*, 2019). En otras palabras, aún para las especies con más publicaciones, la información es limitada. Por supuesto, esta información puede complementarse con la disponible de otros países, como en el caso de *M. Molossus*, que cuenta con datos sobre su ecología y su relación con varios patógenos y virus en áreas urbanas (e.g., Ruckert da Rosa *et al.*, 2011; Salmier *et al.*, 2017). También, para varias especies de *Didelphis* se dispone de publicaciones sobre su ecología en áreas urbanas (e.g., Cáceres, 2000; Cantor *et al.*, 2010; Wright *et al.*, 2012). En contraste, *S. leucopus* es endémica de Colombia, pero afortunadamente para esta especie hay un programa de conservación (Bairrão Rubio y Wormell, 2012), mientras que sobre *L. pardalis* la información sobre su biología en áreas urbanas es limitada aún en otros países (Silveira Silva *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2019).

Se encontraron 27 publicaciones con inventarios y 27 trabajos sobre nuevos registros de distribución o taxonomía en todas las regiones naturales. Estos resultados indican que aún se están descubriendo los mamíferos que habitan en o cerca de las áreas urbanas del país; por ejemplo, los registros nuevos de este siglo incluyen desde especies de menos de 20 g (e.g., Rodríguez-Posada y Cárdenas-González, 2012; Morales-Martínez y Henao-Cárdenas, 2015) hasta aquellas de más de 20 kg (Arias-Alzate *et al.*, 2015). Además, no todas las capitales de departamento tienen inventarios de mamíferos, como es el caso de Barranquilla, por lo que aún hay un largo camino por recorrer para entender al menos la composición de los mamíferos urbanos. En este sentido, el trabajo en campus universitarios podría ayudar a realizar estudios a diferentes niveles, incluyendo aproximaciones experimentales que permitan reconocer patrones y también buscar explicaciones sobre los mecanismos detrás de los patrones (Shochat *et al.*, 2006). Esto debido a que las universidades son los espacios donde generalmente hay una actitud positiva hacia biodiversidad, hay personal capacitado y además en varios campus se han iniciado estudios sobre la ecología de los mamíferos, aunque solo a nivel descriptivo (Ramírez-Chaves *et al.*, 2010; Sánchez, 2013; Chacón-Pacheco *et al.*, 2015; Sánchez *et al.*, 2015; Garcés-Restrepo *et al.*, 2016; Chacón-Pacheco *et al.*, 2017; Alfonso y Sánchez, 2019; Pérez-García *et al.*, 2019). Espero que esta revisión estimule a realizar trabajos en más universidades del país, para hacer experimentos, implementar programas de seguimiento continuo y manejo y, en general, incrementar el conocimiento de la biología de los mamíferos en áreas urbanas.

## CONCLUSIONES

Este ejercicio indica que el conocimiento sobre los mamíferos urbanos se ha incrementado exponencialmente

con el tiempo en Colombia, pero el número de publicaciones no está distribuido uniformemente entre las regiones naturales y departamentos. También sabemos que, aunque la urbanización puede afectar los comportamientos, la densidad, la morfología y la diversidad de mamíferos, hay información limitada sobre dichos efectos en las localidades colombianas. La revisión sugiere que varios grupos de investigación del país están trabajando sobre diferentes aspectos de la biología de los mamíferos urbanos y sería recomendable una mayor interacción entre ellos para mejorar la cantidad y calidad de la información, particularmente en regiones poco estudiadas. También, espacios como los campus universitarios y el uso de indicadores comportamentales de bajo costo podrían aprovecharse para hacer experimentación y para evaluar estrategias que permitan la coexistencia de humanos y mamíferos silvestres en y alrededor de las ciudades. Finalmente, debemos trabajar por reconocer los patrones generales y las particularidades de los efectos de las urbanizaciones sobre los mamíferos que viven en y alrededor de ellas. Para lo anterior, también debemos tener en cuenta la alta diversidad de mamíferos que caracteriza nuestro país y el contexto geográfico, económico y sociocultural asociado a nuestras áreas urbanizadas.

## AGRADECIMIENTOS

A los editores de ABC por invitarme a someter esta revisión. Dos evaluadores hicieron acertados comentarios para mejorar el documento. Las universidades de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Militar Nueva Granada y de los Llanos financiaron proyectos sobre mamíferos urbanos. A la larga lista de estudiantes que han participado de dichos proyectos. Dinesh Rao revisó el "Abstract" y el título en inglés.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

## REFERENCIAS

- Abranches J, Valente P, Nóbrega HN, Fernández FAS, Mendoça-Hagler LC, Hagler AN. Yeast diversity and killer activity dispersed in fecal pellets from marsupials and rodents in a Brazilian tropical habitat mosaic. *FEMS Microbiol Ecol* 1998;26(1):27-33. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.1998.tb01558.x>
- Adams CE. *Urban wildlife management*. Boca Raton, FL: CRC Press; 2016. p. 557.
- Alfonso A, Sánchez F. Mamíferos no voladores en un campus universitario de la Orinoquia colombiana. *Mammal Notes*. 2019;5(2):29-39. Doi: <https://doi.org/10.47603/manovol5n2.29-39>
- Álvarez-Miño L, Salazar-Ceballos A. Características del ambiente urbano como determinante de salud en Santa Marta - Colombia. *Rev CES Salud Pública*. 2014;5:11-20. Doi: <https://doi.org/10.15649/cuidarte.v5i1.99>
- Alves Barbosa JA, Aguiar JO, da Nóbrega Alves RR. Hunting practices and environmental influence: a brief overview with an ethnozoological approach. *Gaia Scientia*. 2018;12(3):36-58. Doi: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2018v12n3.39942>
- Ardila MM, Carrillo-Bonilla L, Pabón A, Robledo SM. Surveillance of phlebotomine fauna and *Didelphis marsupialis* (Didelphimorphia: Didelphidae) infection in an area highly endemic for visceral leishmaniasis in Colombia. *Biomédica*. 2019;39(2): 262-264. Doi: <https://doi.org/10.7705/biomedica.v39i2.3905>
- Arias-Alzate A, Delgado-V CA, Navarro JF, González-Maya JF. Presencia de Puma (*Puma concolor*) en un paisaje periurbano al sur del Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia. *Mammal Notes*. 2015;2(1):24-28. Doi: <https://doi.org/10.47603/manovol2n1.24-28>
- Aronson MFJ, La Sorte FA, Nilon CH, Katti M, Goddard MA, Lepczyk CA, et al. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *P Roy Soc B - Biol Sci*. 2014;281:20133330. Doi: <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.3330>
- Aubad J, Aragón P, Rodríguez MA. Human access and landscape structure effects on Andean forest bird richness. *Acta Oecol*. 2010;36(4):1-7. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.actao.2010.03.009>
- Bairrão Rubio E, Wormell D. The international conservation programme for the White-footed tamarin *Saguinus leucopus* in Colombia. *Int Zoo Yearbook*. 2012;46(1):46. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1748-1090.2012.00173.x>
- Baker PJ, Harris S. Urban mammals: what does the future hold? An analysis of the factors affecting patterns of use of residential gardens in Great Britain. *Mammal Review*. 2007;37(4):297-315. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2007.00102.x>
- Barrera-Niño V, Sánchez F. Forrajeo de *Didelphis pernigra* (Mammalia: Didelphidae) en un área suburbana de la Sabana de Bogotá, Colombia. *Therya*. 2014;5(1):289-302. Doi: <https://doi.org/10.12933/therya-14-172>
- Bedoya-V. MM, Arias-Alzate A, Delgado-V. CA. Atropellamientos de fauna silvestre en la red vial urbana de cinco ciudades del Valle de Aburrá (Antioquia, Colombia). *Caldasia*. 2018;40(2):335-348. Doi: <https://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v40n2.68297>
- Beninde J, Veith M, Hochkirch A. Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecol Lett*. 2015;18(6):581-592. Doi: <https://doi.org/10.1111/ele.12427>

- Blanco P, Arroyo S, Corrales H, Pérez J, Álvarez L, Castellar A. Evidencia serológica de infección por hantavirus (Bunyaviridae: *Hantavirus*) en roedores del Departamento de Sucre, Colombia. *Rev Salud Pública*. 2012;14(5):755-764.
- Cáceres NC. Population ecology and reproduction of the white-eared opossum *Didelphis albiventris* (Mammalia: Marsupialia) in an urban environment of Brazil. *Ciência e Cultura Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science*. 2000;52:171-174.
- Cantor M, Ferreira LA, Rodrigues Silva W, Freire Setz EZ. Potential seed dispersal by *Didelphis albiventris* (Marsupialia, Didelphidae) in highly disturbed environment. *Biota Neotropica*. 2010;10(2):45-51. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000200004>
- Castillo-R. JC, Urmendez-M. D, Zambrano-G. G. Mortalidad de fauna por atropello vehicular en un sector de la vía panamericana entre Popayán y Patía. *Bol Cient Mus Hist Nat Univ Caldas*. 2015;19(2):207-219.
- Chacón Pacheco J, Humanez-López E, Espitia Carrillo Y. Carnívoros en la Universidad de Córdoba, Colombia: análisis de la relación fauna silvestre-comunidad urbana. *Mammal Notes*. 2015;2(1):44-46. Doi: <https://doi.org/10.47603/manovol2n1.44-46>
- Chacón-Pacheco J, Vilorio-Rivas J, Ramos-Madera C. Murciélagos asociados al campus de la Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. 2017;9(1):25-30. Doi: <https://doi.org/10.24188/recia.v9.n1.2017.494>
- Clewell AF, Aronson J. *Restoration: principles, values, and structure of an emerging profession*. Washington: Island Press; 2013. p. 303.
- DANE. Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. Bogotá D.C.: Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, 2019. [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)
- De la Ossa Nadjar O, De la Ossa V J. Fauna silvestre atropellada en dos vías principales que rodean los Montes de María, Sucre, Colombia. *Rev Colombiana Cienc Anim*. 2013;5(1):158-164. Doi: <https://doi.org/10.24188/recia.v5.n1.2013.481>
- Delgado-V CA. Muerte de mamíferos por vehículos en la vía del Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia. *Actual Biol*. 2007;29(87):235-239.
- Delgado-V CA. Additions to mammals killed by motor vehicles on via del Escobero, Envigado. *Rev EIA*. 2014;11(22):137-142.
- Delgado-V CA, Correa-H JC. Urban ornithology studies in Colombia: a literature review. *Ing Cienc*. 2013;9(18):215-236. Doi: <https://doi.org/10.17230/ingciencia.9.18.12>
- DeMattia EA, Curran LM, Rathcke BJ. Effects of small rodents and large mammals on Neotropical seeds. *Ecology*. 2004;85(8):2161-2170. Doi: <https://doi.org/10.1890/03-0254>
- Demuzere M, Orru K, Heidrich O, Olazabal E, Geneletti D, Orru H, *et al*. Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. *J Environ Manage*. 2014;146:107-115. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.025>
- Fleming TH, Sosa VJ. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. *J Mammal*. 1994;75(4):845-851. Doi: <https://doi.org/10.2307/1382466>
- Garcés-Restrepo M, Giraldo A, López C, Ospina-Reina NF. Diversidad de murciélagos del campus Meléndez de la Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia. *Bol Cient Mus Hist Nat. Univ Caldas* 2016;20(1):116-125.
- Garrote G, Castañeda B, Escobar JM, Pérez L, Trujillo F. Estima de densidad de ocelotes (*Leopardus pardalis*) en los Llanos Orientales de Colombia. *Galemys*. 2019;31. Doi: <https://doi.org/10.7325/Galemys.2019.N2>
- Goszczyński J. Connections between predatory birds and mammals and their prey. *Acta Theriol*. 1977;22(30):399-430. Doi: <https://doi.org/10.4098/AT.arch.77-42>
- Grimm NB, Faeth SH, Golubiewski NE, Redman CL, Wu J, Bai X, *et al*. Global change and the ecology of cities. *Science*. 2008;319(5864):756-760. Doi: <https://doi.org/10.1126/science.1150195>
- Han BA, Kramer AM, Drake JM. Global patterns of zoonotic disease in mammals. *Trends Parasitol*. 2016;32(7):565-577. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pt.2016.04.007>
- Inostroza L. Informal urban development in Latin American urban peripheries. Spatial assessment in Bogotá, Lima and Santiago de Chile. *Landscape Urban Plan*. 2017;165:267-279. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.03.021>
- Inostroza L, Baur R, Csaplovics E. Urban sprawl and fragmentation in Latin America: A dynamic quantification and characterization of spatial patterns. *J Environ Manage*. 2013;115:87-97. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.11.007>
- Kowalski B, Watson F, Garza C, Delgado B. Effects of landscape covariates on the distribution and detection probabilities of mammalian carnivores. *J Mammal*. 2015;96(3):511-521. Doi: <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyv056>
- Kuehl RO. *Design of experiments: statistical principles of research design and analysis*. 2nd edition ed. Pacific Grove, CA, USA.: Duxbury Press; 2000. p. 225.
- Lindell CA. The value of animal behavior in evaluations of restoration success. *Restor Ecol*. 2008;16:197-203. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2008.00389.x>
- Lodé T. Effect of a motorway on mortality and isolation of wildlife populations. *Ambio*. 2000;29(3):163-166. Doi: <https://doi.org/10.1579/0044-7447-29.3.163>
- Londoño AF, Acevedo-Gutiérrez LY, Marín D, Contreras V, Díaz FJ, Valbuena G, *et al*. Wild and domestic animals likely involved in rickettsial endemic zones of Northwestern Colombia. *Ticks Tick-borne Dis*. 2017;8(6):887-894. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.07.007>

- Londoño AF, Díaz FJ, Agudelo-Flórez P, Levis S, Rodas JD. Genetic evidence of *Hantavirus* infections in wild rodents from northwestern Colombia. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*. 2011;11(6): 701-708. Doi: <https://doi.org/10.1089/vbz.2010.0129>
- López-Barragán CN, Sánchez F. Food selection and predation risk in the Andean white-eared opossum (*Didelphis pernigra* Allen, 1900) in a suburban area of Bogotá, Colombia. *Mamm Biol*. 2017;86:79-83. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2017.07.001>
- Lowry H, Lill A, Wong BBM. Behavioural responses of wildlife to urban environments. *Biol Rev*. 2012;88:53-549. Doi: <https://doi.org/10.1111/brv.12012>
- Lozada S, Ramírez GF, Osorio JH. Características morfológicas de un grupo de zarigüeyas (*Didelphis marsupialis*) del suroccidente colombiano. *Rev Inv Vet Perú*. 2015;26(2):200-205. Doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i2.11011>
- Marzluff JM. A decadal review of urban ornithology and a prospectus for the future. *Ibis*. 2016;159(1): 1-13. Doi: <https://doi.org/10.1111/ibi.12430>
- Marzluff JM, Bowman R, Donnelly R. A historical perspective on urban bird research: trends, terms, and approaches. In: Marzluff JM, Bowman R, Donnelly R, editors. *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Norwell, MA.: Kluwer Academic, 2001. p. 1-17.
- Marzluff JM, Shulenberg E, Endlicher W, Simon U, ZumBrunnen C, Alberti M, *et al.* An introduction to urban ecology as an interaction between humans and nature. En: Marzluff JM, Shulenberg E, Endlicher W, Alberti M, Bradley G, Ryan C, *et al.*, Editores. *Urban ecology*. New York: Springer Science+Business Media, 2008. p. vii-xi.
- McCleery RA. Urban mammals. In: Aitkenhead-Peterson J, Volder A, editors. *Urban Ecosystem Ecology*. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc. *Agronomy Monograph* 55; 2010. p. 87-102.
- Morales-Martínez DM, Henao-Cárdenas MM. Primer registro y extensión altitudinal de *Choeroniscus godmani* (Chiroptera: Phyllostomidae) para el casco urbano de Bogotá D.C., Colombia. *Mammal Notes*. 2015;2(1):16-18. Doi: <https://doi.org/10.47603/manovol2n1.16-18>
- Moreno LA, Rueda C, Andrade GI. Biodiversidad 2017. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; 2018. p. 84.
- Morris DW, Kotler BP, Brown JS, Sundararaj V, Ale SB. Behavioral indicators for conserving mammal diversity. *Ann NY Acad Sci*. 2009;1162(1):334-356. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04494.x>
- Norrdahl K, Korpimäki E. Effects of predator removal on vertebrate prey populations: birds of prey and small mammals. *Oecologia*. 1995;103:241-248.
- Pataki DE. Grand challenges in urban ecology. *Fron Ecol Environ*. 2015;3:57. Doi: <https://doi.org/10.3389/fevo.2015.00057>
- Pérez-García C, Bernal-Contreras K, Ramírez-Castellanos DM, Buitrago-Valenzuela DC, Ceballos-Ladino LA, Sánchez-Barrera F. Edificios usados como refugios por murciélagos en un campus universitario del piedemonte llanero de Colombia. *Orinoquia*. 2019;23(2):109-120. Doi: <https://doi.org/10.22579/20112629.574>
- Pickett STA, Cadenasso ML, Grove JM, Nilon CH, Pouyat RV, Zipperer WC, *et al.* Urban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. En: Marzluff JM, Shulenberg E, Endlicher W, Alberti M, Bradley G, Ryan C, *et al.*, editors. *Urban ecology*. New York: Springer Science+Business Media, 2008. p. 99-122.
- Poveda K, Sánchez-Palomino P. Habitat use by the white-furred tamarin, *Saguinus leucopus*: a comparison between a forest-dwelling group and an urban group in Mariquita, Colombia. *Neotrop Primates*. 2004;12:6-9.
- Ramírez-Chaves HE, Mejía-Egas O, Zambrano-G. G. Anotaciones sobre dieta, estado reproductivo, actividad y tamaño de colonia del murciélago mastín común (*Molossus molossus*: Molossidae) en la zona urbana de Popayán, Departamento del Cauca, Colombia. *Chiroptera Neotrop*. 2008;14:384-390.
- Ramírez-Chaves HE, Pérez WA, Mejía-Egas O, Tobar-Tosse HF, Muñoz A, Trujillo-Lozada A. Biodiversidad en el campus de la Universidad del Cauca, Popayán, Colombia. *Rev Bio Agro*. 2010;8(2):104-117.
- Ramírez-Mejía AF, Urbina-Cardona JN, Sánchez F. Functional diversity of phyllostomid bats in an urban-rural landscape: a scale-dependent analysis. *Biotropica*. 2020; 56(6):1168-1182. Doi: <https://doi.org/10.1111/btp.12816>
- Rengifo-Salgado E, Ríos-Torres S, Malaverri LF, Vargas-Arana G. Saberes ancestrales sobre el uso de flora y fauna en la comunidad indígena Tikuna de Cushillo Cocha, zona fronteriza Peru-Colombia-Brasil. *Rev Peru Biol*. 2017;24(1):67-78. Doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.13108>
- Reyes M, Torres A, Esteban L, Flórez M, Angulo VM. Riesgo de transmisión de la enfermedad de Chagas por intrusión de triatominos y mamíferos silvestres en Bucaramanga, Santander, Colombia. *Biomédica*. 2017;37(1):68-78. Doi: <https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i1.3051>
- Richards P, VanWey L. Where deforestation leads to urbanization: how resource extraction is leading to urban growth in the Brazilian Amazon. *Ann Assoc Am Geogr*. 2015;105(4):806-823. Doi: <https://doi.org/10.1080/00045608.2015.1052337>
- Rodríguez-Posada ME, Cárdenas-González C. El Murciélago de Visera *Sphaeronycteris toxophyllum* Peters, 1882 (Chiroptera: Phyllostomidae) en Colombia. *Chiroptera Neotrop*. 2012;18(2):1115-1122.

- Rosenzweig ML. Win-win ecology: how Earth's species can survive in the midst of human enterprise. Reino Unido, Oxford: Oxford University Press; 2003. p. 211.
- Ruckert da Rosa A, de Arruda G, Kataoka AP, Favoretto SR, Sodré MM, Netto JT, de Almeida Campos AC, *et al.* First report of rabies infection in bats, *Molossus molossus*, *Molossops neglectus* and *Myotis riparius* in the city of São Paulo, State of São Paulo, southeastern Brazil. *Rev Soc Bra Med Tro.* 2011;44(2):146-149. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0037-86822011005000018>
- Ruiz-García M, Escobar-Armel P, Leguizamon N, Manzur P, Pinedo-Castro M, Shostell JM. Genetic characterization and structure of the endemic Colombian silvery brown bare-face tamarin, *Saguinus leucopus* (Callitrichinae, Cebidae, Primates). *Primates.* 2014;55(3):415-435. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10329-014-0418-2>
- Saldaña Garro I, Cadavid Ramírez A, Gómez Ruiz D. Abundancia relativa y patrones de actividad de *Didelphis marsupialis* en un área periurbana de Medellín, Colombia. *Rev MVZ Córdoba.* 2019;24(3):7366-7371. Doi: <https://doi.org/10.21897/rmvz.1352>
- Salmier A, Sourakhata T, Benoit de Thoisy AF, Edith D, Damien D, Christiane B, *et al.* Virome analysis of two sympatric bat species (*Desmodus rotundus* and *Molossus molossus*) in French Guiana. *PLoS One.* 2017;12(11):e0186943. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186943>
- Sampedro-Marín AC, Martínez-Bravo CM, Otero-Fuentes YI, Santos-Espinosa LM, Osorio-Ozuna S, Mercado-Ricardo AM. Presencia del murciélago casero (*Molossus molossus* Pallas, 1776) en la ciudad de Sincelejo, Departamento de Sucre, Colombia. *Caldasia.* 2008;30(2):495-503.
- Sampedro M AC, Martínez B C. Recomendaciones para disminuir la convivencia del murciélago casero (*Molossus molossus* Pallas, 1776) con la población humana en la ciudad de Sincelejo, Departamento de Sucre, Colombia. *Rev Colombiana Cienc Anim.* 2009;1(1):65-70. Doi: <https://doi.org/10.24188/recia.v1.n1.2009.411>
- Sánchez-Lalinde C, Pérez-Torres J. Uso de hábitat de carnívoros simpátricos en una zona de bosque seco tropical de Colombia. *Mastozool Neotrop.* 2008;15(1):67-74.
- Sánchez F. La heterogeneidad del paisaje del borde norte de Bogotá (Colombia) afecta la actividad de los murciélagos insectívoros. *Rev U D C A Act Div.* 2011;14(1):71-80. Doi: <https://doi.org/10.31910/rudca.v14.n1.2011.759>
- Sánchez F. Universitarios peludos y misteriosos. En: Téllez-Farfán L, Posada-Flórez F, Sánchez F, editores. Biodiversidad en un rincón del borde norte de Bogotá. Bogotá D.C.: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales; 2013. p. 121-129.
- Sánchez F, Gómez-Valencia B, Alvarez SJ, Gómez-Laverde M. Primeros datos sobre los hábitos alimentarios del tigrillo, *Leopardus pardalis*, en un bosque andino de Colombia. *Rev U D C A Act Div.* 2008;11:101-107.
- Sánchez F, Martínez-Habibe MC, Díaz S, Medina N, Riaño J, PaQui MF. Biodiversidad en un campus universitario en la Sabana de Bogotá: inventario de plantas y tetrápodos. *Boletín Científico del Centro de Museos - Universidad de Caldas.* 2015;19(2):186-203.
- Sauvajot RM, Buechner M, Kamradt DA, Schonewald CM. Patterns of human disturbance and response by small mammals and birds in chaparral near urban development. *Urban Ecosyst.* 1998;2:279-297. Doi: <https://doi.org/10.1023/A:1009588723665>
- Savard JPL, Clergeau P, Mennechez G. Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape Urban Plan.* 2000;48(3-4):131-142. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00037-2](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00037-2)
- Shochat E, Warren PS, Faeth SH, McIntyre NE, Hope D. From patterns to emerging processes in mechanistic urban ecology. *TREE.* 2006;21(4):186-191. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.11.019>
- Silveira Silva RO, D'elia ML, de Magalhães Soares DF, Cavalcanti ÁR, Costa Leal R, Cavalcanti G, *et al.* *Clostridium difficile*-associated diarrhea in an ocelot (*Leopardus pardalis*). *Anaerobe.* 2013;20:82-84. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anaerobe.2013.02.007>
- Solari S, Muñoz-Saba Y, Rodríguez-Mahecha JV, Defler TR, Ramírez-Chaves HE, Trujillo F. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozool Neotrop.* 2013;20(2):301-365.
- Soto-Calderón ID, Acevedo-Garcés YA, Álvarez-Cardona J, Hernández-Castro C, García-Montoya GM. Physiological and parasitological implications of living in a city: the case of the white-footed tamarin (*Saguinus leucopus*). *Am J Primatol.* 2016;9999:1-10.
- Suárez-Cáceres GP, Adinolfi C, Sánchez F. Food selection and use of space by *Didelphis pernigra* (Didelphidae: Mammalia) in a suburban andean environment. *Acta Biol Colomb.* 2020;25(3):368-373. Doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v25n3.77558>
- United Nations DoEaSAPD. World urbanization prospects: the 2018 revision (ST/ESA/SER.A/420). New York: United Nations; 2019. p. 103.
- Villaseñor NR, Driscoll DA, Escobar MAH, Gibbons P, Lindenmayer DB. Urbanization Impacts on mammals across urban-forest edges and a predictive model of edge effects. *PLoS ONE.* 2014;9(5):e97036. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097036>
- Wang B, Rocha DG, Abrahams MI, Antunes AP, Costa HC, Sousa Gonçalves AL, *et al.* Habitat use of the ocelot (*Leopardus pardalis*) in Brazilian Amazon. *Ecol Evol.* 2019;9(9):5049-5062. Doi: <https://doi.org/10.1002/ece3.5005>

Wright JD, Burt MS, Jackson VL. Influences of an urban environment on home range and body mass of Virginia Opossums (*Didelphis virginiana*). Northeast Nat. 2012;19(1):77-86. Doi: <http://dx.doi.org/10.1656/045.019.0106>

Zambrano Hernández CP, Ayala Sotelo MS, Fuya Oviedo OP, Barraza OC, Rodríguez Toro G. Cartagena: nuevo foco de leishmaniasis visceral urbana en Colombia. Cienc Desarro. 2016;7(1):83-91. Doi: <https://doi.org/10.19053/01217488.4234>

Zar JH. Biostatistical analysis. New Jersey, USA: Pearson Prentice Hall; 2010. p. 944.