

Artículo original

Uso de refugios artificiales como estrategia para la conservación de murciélagos

Use of artificial refuges as a strategy for the conservation of bats

✉ Juan Camilo Vieda-Ortega^{1,*}, ✉ Yaneth Del Socorro Muñoz-Saba¹,
✉ Marie Jöelle Giraud-López¹, ✉ Jaime Aguirre-Ceballos², ✉ Daniel Felipe Chauz-Rojas³

¹ Grupo de Investigación Evolución y Ecología de Fauna Neotropical (EEFN), Facultad de Ciencias, Bogotá, Colombia

² Grupo de Investigación Biología de las Criptógamas de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

³ Estudios Interdisciplinarios sobre Desarrollo - CIDER, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia

Resumen

Uno de los principales problemas para la conservación de los murciélagos en Colombia es el desconocimiento que hay sobre ellos y sus servicios ecosistémicos. El objetivo de este estudio fue contribuir al entendimiento de la quiroptero fauna de la región de Pasuncha (Pacho, Cundinamarca, Colombia) mediante un inventario de especies, la instalación de refugios artificiales como estrategia de conservación y la implementación de programas de educación ambiental enfocados en el contacto entre humanos y murciélagos. Se registraron ocho especies para la región: *Artibeus lituratus*, *Carollia brevicaudum*, *Carollia castanea*, *Carollia perspicillata*, *Sturnira erythromos* (consumidoras de frutas); *Glossophaga soricina* (nectarívora-polinívora); *Eptesicus brasiliensis* (insectívora), y *Desmodus rotundus* (hematófaga). Se registró la presencia de las especies *C. brevicaudum*, *C. perspicillata* y *G. soricina* dentro de casas abandonadas, y se midieron las características poblacionales básicas de las especies presentes en la casa refugio de la Reserva Roble & Nogal. Con base en la información biótica y abiótica, se diseñó, construyó e instaló un refugio artificial dirigido (“bat box”) para especies de murciélagos consumidores de frutas, néctar y polen. Se llevó a cabo un proyecto de educación ambiental con enfoque de ciencia ciudadana para promover un cambio de percepción con relación a los murciélagos, cuyo resultado se vio reflejado en una serie de folletos ilustrativos elaborados en conjunto con la comunidad.

Palabras clave: Refugios artificiales para murciélagos (“bat boxes”); Casas refugio; Murciélagos frugívoros-nectarívoros; Corregimiento de Pasuncha; Educación ambiental; Ciencia ciudadana.

Abstract

One of the main problems for the conservation of bats in Colombia is ignorance about them and their ecosystem services. In this study, we aimed to contribute to the understanding and conservation of the bat fauna of the Pasuncha region (Pacho, Cundinamarca, Colombia) by making a species inventory, installing artificial shelters as a conservation strategy, and implementing education programs addressing human-bat interaction. We recorded eight species for the region: *Artibeus lituratus*, *Carollia brevicaudum*, *Carollia castanea*, *Carollia perspicillata*, *Sturnira erythromos* (fruit eaters); *Glossophaga soricina* (nectarivorous-polynivorous); *Eptesicus brasiliensis* (insectivore), and *Desmodus rotundus* (sanguinivorous). We found *C. brevicaudum*, *C. perspicillata*, and *G. soricina* using abandoned houses as refuges and measured the basic population characteristics of the species at the Roble & Nogal reserve. Based on the biotic and abiotic information, we designed, built, and installed a bat box for fruit eaters and nectarivorous-polynivorous species. We also implemented an environmental education project focused on citizen science to encourage changes in the community’s perceptions and behavior toward bats whose results were reflected in a series of illustrative brochures produced jointly with the community.

Keywords: Directed artificial refuges (*bat boxes*); House-refuges; Nectarivorous-polynivorous bats; Corregimiento of Pasuncha; Environmental education; Citizen science.

Citación: Vieda-Ortega JC, Muñoz-Saba Y del S, Giraud-López MJ, et al. Uso de refugios artificiales como estrategia para la conservación de murciélagos. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 46(179):356-371, abril-junio de 2022. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1603>

Editor: Martha Patricia Ramírez Pinilla

***Correspondencia:**

Juan Camilo Vieda-Ortega;
jcviedao@una.edu.co

Recibido: 12 de noviembre de 2021

Aceptado: 9 de marzo de 2022

Publicado en línea: 12 de abril de 2022



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

Introducción

En Colombia, Chiroptera es el orden de mamíferos con el mayor número de especies (217) registradas (**Ramírez-Chávez et al.**, 2021). Los murciélagos son mamíferos voladores que contribuyen al mantenimiento de los ecosistemas a partir de la dispersión de semillas, la polinización de las plantas y el control biológico de insectos y vertebrados; además, son indicadores biológicos de la calidad del hábitat y ofrecen diversos servicios ecosistémicos que benefician directa e indirectamente a los humanos (**Fenton et al.**, 1992; **Medellín et al.**, 2000). Los puntos de percha y refugio naturales usados por los murciélagos pueden ser permanentes, como las cuevas, las grietas y los troncos huecos, o temporales, como el follaje, los nidos abandonados y los termiteros. También pueden usar refugios artificiales de forma temporal o permanente, por ejemplo, minas, alcantarillas, casas, edificios, o puentes, entre otros, que utilizan para el descanso o exclusivamente para la alimentación o reproducción (**Tirira**, 2007; **Vargas-Contreras et al.**, 2012; **Muñoz-Saba et al.**, 2019).

Factores antrópicos como la expansión agropecuaria y urbana y el desconocimiento general que se tiene sobre este grupo biológico (asociado con diferentes enfermedades emergentes, mitos y concepciones erradas), exacerban los conflictos entre humanos y murciélagos, favoreciendo su quema y la de sus refugios (**Romero-Ruiz et al.**, 2012; **Casallas-Pabón et al.**, 2019; **Muñoz-Saba et al.**, 2019; **Andersen et al.**, 2020; **Ali et al.**, 2020; **Irving et al.**, 2020; **Jin et al.**, 2020; **Latinne et al.**, 2020; **Hu et al.**, 2021). El problema se acentúa por la creencia generalizada de que todas las especies son hematófagas y atacan el ganado (**Segura-Trujillo & Navarro-Pérez**, 2010; **Cajas-Castillo et al.**, 2013). La eliminación de los murciélagos ha disminuido las poblaciones y, en algunos casos, ha llevado a la extinción local de algunas especies (**Saunders et al.**, 1991; **Atagana et al.**, 2021; **Cabrera et al.**, 2016). Estos factores constituyen problemas de conservación que se ven reflejados en la pérdida y degradación de los hábitats y la reducción de la oferta alimenticia y los refugios para especies nativas y migratorias y, por ende, en la disminución de la biodiversidad (**Wilkinson & Fleming**, 1996; **González**, 2013).

Una alternativa de manejo y conservación consiste en el uso de refugios artificiales dirigidos, conocidos como cajas para murciélagos (*bat boxes*), efectivos para especies de regiones templadas de Europa y Estados Unidos, pero cuyo éxito es aún limitado en condiciones tropicales (**Alberico et al.**, 2004; **Ciechanowski**, 2005; **Kelm**, 2008; **Leighton & Casallas-Pabón**, 2012; **Schöner**, 2012; **Dodds & Bilston**, 2013; **Rodríguez et al.**, 2015; **Ruegger**, 2016). Otros esfuerzos de conservación, promovidos en gran medida por las ONG, se han enfocado en el trabajo de divulgación y educación en comunidades humanas (**Kingston et al.**, 2006), con lo que se han obtenido importantes avances en el reconocimiento de los murciélagos como un grupo de importancia económica y de conservación.

En el corregimiento de Pasuncha (municipio de Pacho, Cundinamarca, Colombia), hay casas abandonadas y en construcción que los murciélagos utilizan como refugios. No obstante, debido al desconocimiento de su importancia por parte de los pobladores locales, están en riesgo de ser demolidas, lo que afectaría a los murciélagos allí establecidos. El objetivo de este estudio, adelantado en el marco del macroproyecto “El conocimiento de la diversidad biológica al servicio de las comunidades regionales”, fue contribuir a la comprensión de la quiropterofauna del área a partir del conocimiento del ensamblaje de las especies; la propuesta de un nuevo modelo de caja para murciélagos de especies tropicales como posible estrategia de mitigación de los conflictos entre humanos y murciélagos, y el reconocimiento de la comunidad del rol que cumplen los murciélagos en la conservación de los ecosistemas mediante la educación ambiental basada en la ciencia ciudadana.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el corregimiento de Pasuncha (05°20'00,0" N, 74°15'00,0" W), en el municipio de Pacho, provincia de Río Negro, departamento de Cundinamarca, Colombia). El corregimiento tiene un área aproximada de 43 km² y se localiza en el

flanco oriental de la cordillera Oriental, entre los 1.000 y los 2.000 m s.n.m., y su clima es cálido húmedo y cálido seco. El corregimiento lo conforman 15 veredas: Aguachentales, Alto Yasal, Bajo Pasuncha, Bajo Yasal, Cerrezuela, El Fical, El Palmar, El Pensil, La Mona, Palancana, Quebrada Honda, San José, San José de la Gaita, Santa Rosa y Venadillo (Prieto et al., 2003; Bello & Páez, 2018). Se establecieron tres sitios de muestreo: la Reserva Roble & Nogal (vereda Santa Rosa, 05°17'08,70" N, 74°13'21,61" W), y las fincas Patio Bonito (05°16'49,98" N, 74°14'23,78" W) y San Martín (05°17'22,81" N, 74°14'05,99" W) en la vereda El Pensil, donde se habían detectado casas refugio, es decir, casas abandonadas con ocupación de murciélagos (Figura 1). Durante el muestreo hubo un periodo de sequía, con una temperatura media entre los 20 y los 21 °C, humedad relativa de 70 a 80 %, precipitaciones bajas y escasa nubosidad (Meteoblue, 2020).

En cuanto al componente biótico, la zona se caracteriza por agroecosistemas donde dominan los parches de áreas agrícolas heterogéneas con cultivos, pastizales, y parches de fragmentos y corredores de vegetación natural, principalmente secundaria, en forma de relictos de bosques subandinos, húmedos premontanos, y vegetación arbustiva y herbácea que forma rastrojos; son relevantes también los bosques de galería asociados con la gran cantidad de nacimientos de agua que tiene el corregimiento (aprox. 210) y las condiciones de humedad de la región.

Ensamblaje de murciélagos

Con el fin de establecer las especies de murciélagos y su organización trófica, se hicieron muestreos entre el 2 y el 4 de septiembre de 2019 en los hábitats asociados con las casas refugio utilizando redes de niebla según la metodología de Muñoz-Saba et al. (2019). En cada sitio de muestreo se dispusieron tres redes de 9 x 2,5 m entre las 18:00 y las 06:00 h.; el esfuerzo de muestreo fue de 761,85 m²/h en la Reserva Roble & Nogal, 613,575 m²/h en Patio Bonito, y 819,675 m²/h en San Martín.

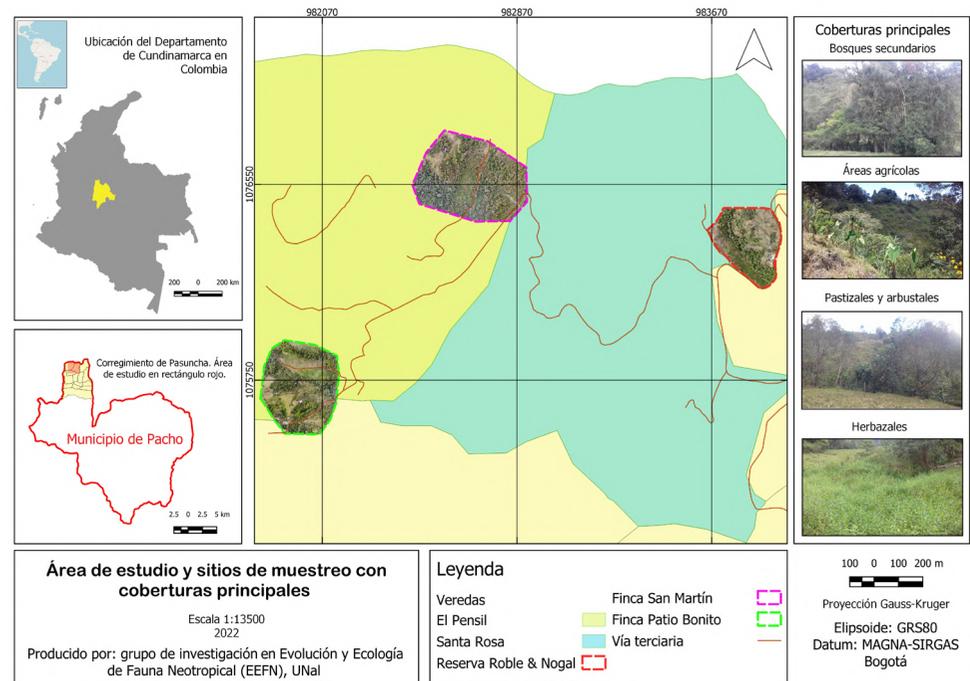


Figura 1. Ubicación del área de estudio y sitios de muestreo con los principales tipos de cobertura vegetal. Corregimiento de Pasuncha, municipio de Pacho, Cundinamarca. Elaboró: Grupo de Investigación Evolución y Ecología de Fauna Neotropical (EEFN), julio 2021

Se tomaron las medidas morfométricas y la información de campo de los individuos capturados con red en cada muestreo (ver siguientes secciones) según **Muñoz-Saba et al.** (2019). Se registró la longitud total (LT), la longitud de la cola (LC), la de la oreja (LO), la de la pata (LP), las del antebrazo y la tibia (en caso de pertenecer al género *Carollia*), y la del calcáneo, así como el peso, usando una regleta metálica y un calibrador digital con resolución de $\pm 0,5$ mm y $\pm 0,2$ mm, y una balanza de resorte de ± 1 g. Siguiendo los lineamientos establecidos por **Muñoz-Saba et al.** (2019), también se registraron en formatos de campo la categoría de edad, el sexo y el estado reproductivo, especificaciones del muestreo y la captura, la identificación preliminar y, en caso de recolección, el tipo de preservación y la especificación de las colecciones asociadas. La identificación de los ejemplares recolectados fue corroborada en laboratorio siguiendo las claves taxonómicas de **Díaz et al.** (2011).

Los seis ejemplares recolectados (Roble & Nogal: número de colección TRP001, TRP002; San Martín: TRP004, TRP005, TRP007; Patio Bonito: TRP006), más tres adicionales de un muestreo complementario (municipio de Topaipí, vereda Mamerta, quebrada El Infierno: TRP008-TRP010), fueron sacrificados siguiendo los principios éticos sugeridos en **Muñoz-Saba et al.** (2019) y se depositaron en la Colección de Mamíferos Alberto Cadena-García del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN-MHN-Ma 24769-24777; proyecto de investigación, código Hermes: 46961).

Casas refugio: caracterización y especies encontradas

En cada casa refugio se caracterizaron la riqueza y el ensamblaje de especies, así como las condiciones físico-estructurales (Figura 1S), según lo propuesto por **Muñoz-Saba et al.** (2019). El muestreo, a cargo de dos personas, no duró más de 30 minutos y se evitaron el ruido y los movimientos fuertes para no perturbar a los murciélagos.

En cuanto a las casas refugio, se tuvieron en cuenta las siguientes categorías y variables (Tabla 1S): 1) la localización, registrando la ubicación geográfica, la distancia a la vegetación arbustiva-arbórea, y la orientación cardinal; 2) las características estructurales, es decir, las dimensiones externas e internas (longitud, ancho, alto), los posibles puntos de entrada y salida de los murciélagos (aleros del techo, huecos, puertas, ventanas), y las características de los materiales, su textura y estructura (por ejemplo, niveles de la construcción, ubicación de paredes, vigas, vetas), y 3) las condiciones medioambientales (analizadas a la luz del día entre las 08:00 y las 15:00 h) de luz (oscuridad: ausencia de luz, penumbra: escaso ingreso de luz, luz: presencia de luz) y de ruido (ausencia, presencia).

En cuanto a los murciélagos, se tuvieron en cuenta (Tabla 1S): 1) las características de percha: ubicación espacial de los murciélagos dentro de la casa refugio, tipo de estructura usada para percha, y material de la percha; 2) la agregación (forma de distribución de los individuos): solitarios, aglomerados (contacto en sentido horizontal), racimos (contacto en sentido vertical), el número de individuos por manada registrado con un contador manual, y el número total de individuos a partir de la suma de individuos de cada una de las manadas; 3) el tipo de colonia: monoespecífica (una sola especie), monogénica (varias especies de un solo género), intergenérica (varias especies de diferentes géneros), y el número de especies y gremios tróficos, y 4) el uso de las casas refugio (inferido a partir de la presencia, ubicación y cantidad del guano formado por la mezcla de los excrementos de murciélago y otros vertebrados, cadáveres y material regurgitado): fijo u ocasional, la abundancia del guano: ausente, raro (pocas excretas: 1-3 registros), común (montículos pequeños: 4-20 registros), muy común (montículos grandes: > 21 registros), y, por último, la distribución del guano.

Posteriormente, se capturaron manualmente algunos ejemplares usando guantes de protección y redes, con el fin de verificar su taxonomía. Todas las actividades con el equipo de protección individual para minimizar los riesgos asociados al contacto con el guano, el daño a los murciélagos e investigadores, y el estado de deterioro de las casas (guantes de látex y de tela, protección ocular y respiratoria, botas de campo y chaleco).

Estructura poblacional de las especies en la comunidad de murciélagos

Debido al proceso de demolición de la casa y a la inminente pérdida del refugio, se definió la estructura poblacional de las especies presentes en la casa de la Reserva Roble & Nogal, la cual se bordeó con redes de niebla para evitar que los murciélagos escaparan, mientras que dos personas en el interior los recolectaban de forma manual y con jamas.

Los individuos capturados se colocaron en bolsas de tela separadas, en las cuales no duraron más de 30 minutos, y se registró la información de campo de cada uno. Después, se marcaron con un perforador en el plagiopatagio del ala derecha, se liberaron y se ubicaron manualmente dentro de las cajas para murciélagos; las redes instaladas sirvieron para excluir a los liberados y evitar su retorno a la casa refugio.

Diseño e instalación de la caja para murciélagos

Se construyó una única caja para murciélagos con un diseño ajustado a las variables bióticas y abióticas registradas en la casa refugio de la Reserva Roble & Nogal. Con base en la literatura sobre el tema de refugios y la consulta con expertos en murciélagos y arquitectura, se definieron los criterios para el diseño y la construcción de la caja (**Figura 2S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1603/3217>, **Tablas 1S, 2S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1603/3217>). La estructura primaria se hizo en Bogotá y se finalizó en el corregimiento de Pasuncha con el apoyo de algunos de los habitantes.

Trabajo de educación ambiental y ciencia ciudadana

Los aspectos de la biología, la ecología y la importancia de la quiropterofauna, especialmente con relación a las especies identificadas en el área de estudio y los fundamentos del uso de los refugios artificiales dirigidos (*bat boxes*) como propuesta de manejo y conservación, se integraron a las actividades de educación y participación basadas en la ciencia ciudadana como una estrategia de enfoque múltiple en la mitigación de los conflictos entre humanos y murciélago. El trabajo con la comunidad se hizo con la colaboración de las autoridades locales (el personero, el párroco y el presidente de la junta de acción comunal), y las jornadas educativas se llevaron a cabo entre las 10:00 y 12:00 h en el polideportivo del corregimiento, presentando las actividades con ilustraciones, grabaciones, fotografías y videos.

Las jornadas (Caja 1S) se llevaron a cabo el 7 de septiembre y el 10 de noviembre de 2019 aplicando los métodos de estudios socioculturales y estuvieron a cargo de una de las investigadoras; se desarrollaron en dos sesiones para evaluar los cambios en la percepción de los murciélagos.

Resultados

Ensamblaje de murciélagos

Se registraron dos familias y ocho especies de murciélagos correspondientes a cuatro gremios tróficos en el corregimiento de Pasuncha. El ensamblaje estaba conformado por el gremio frugívoro (62,5 %), con cinco especies de la familia Phyllostomidae (Carollinae: *Carollia brevicaudum* Schinz, 1821, *Carollia castanea* HAllen, 1890, *Carollia perspicillata* Linnaeus, 1758); el Stenodermatinae (*Artibeus lituratus* Olfers, 1818 y *Sturnira erythromos* Tschudi, 1844); por los nectarívoros-polinívoros (12,5 %) (*Glossophaga soricina* Pallas, 1766 (Phyllostomidae: Glossophaginae); por insectívoros (12,5 %) (*Eptesicus brasiliensis* Desmarest, 1819 (Vespertilionidae), y por los sanguívoros (12,5 %) (*Desmodus rotundus* É Geoffroy Saint Hilaire, 1810, Phyllostomidae: Desmodontinae) (**Figura 2**).

Casas refugio: caracterización y especies

Las tres casas refugio eran antiguas y estaban deterioradas, ya que se construyeron en la primera mitad del siglo XX y fueron abandonadas a principios del siglo XXI; se evidenció que para su cimentación se hizo una tala. En su edificación se emplearon árboles de la región como el chicalá (*Tabebuia* Gomes ex DC; Bignoniaceae), el roble

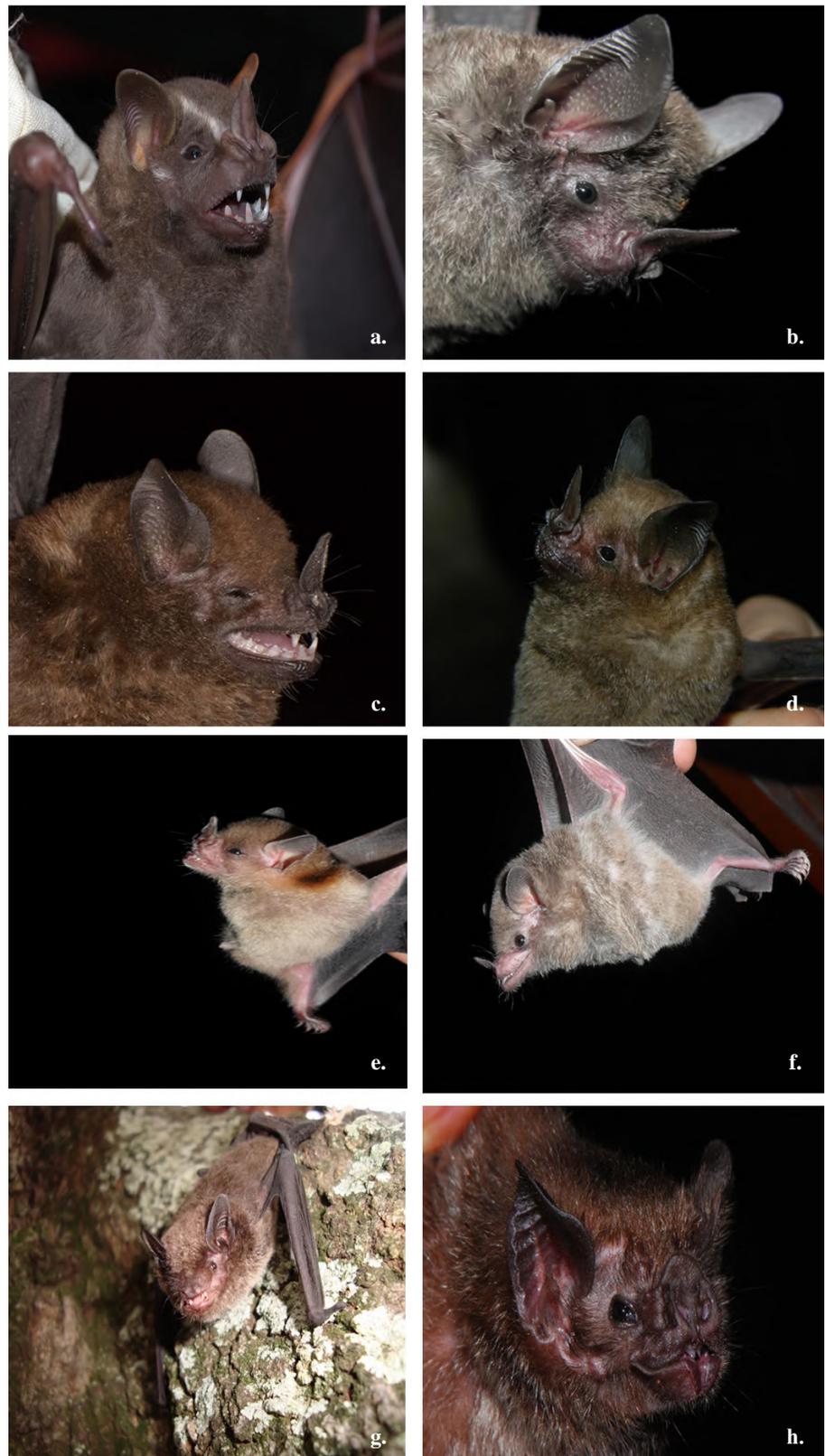


Figura 2. Murciélagos del corregimiento de Pasuncha, municipio de Pacho, Cundinamarca. **a)** *Artibeus lituratus*. **b)** *Carollia brevicaudum*. **c)** *Carollia castanea*. **d)** *Carollia perspicillata*. **e)** *Desmodus rotundus*. **f)** *Eptesicus brasiliensis*. **g)** *Glossophaga soricina*. **h)** *Sturnira erythromos*

(*Quercus* (Bonpl.); Fagaceae), y el amarillo (*Ocotea* Aubl; Lauraceae). Todas las casas tenían techo de zinc en la parte externa y madera en la parte interna (techo de las habitaciones), con vigas de madera de 12 a 15 cm de grosor y superficie corrugada por las vetas de la madera, así como fisuras producto del desgaste natural, la acción de insectos xilófagos y su uso como percha por parte de los murciélagos. El espacio entre el techo inferior (cuartos) y el superior (casa) se evidenció como un punto importante para el movimiento de los murciélagos, que accedían al resto de los cuartos a través de las aberturas del techo inferior (**Figura 1S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1603/3217>).

La ubicación de los murciélagos dentro de las casas era aleatoria, sin una preferencia evidente por la orientación cardinal, pero sí evitando las fuentes de perturbación (luz, ruido, vibraciones) y restringida a la presencia de estructuras de percha. Los murciélagos se encontraron perchando en el techo y en las vigas y sus vetas, principalmente. El tipo de agregación fue similar (aglomerados, en ocasiones solitarios). En la Reserva Roble & Nogal, el 3 de septiembre se registraron 25 individuos, aproximadamente, pertenecientes a las especies *C. brevicaudum*, *C. perspicillata* y *G. soricina*; en la finca Patio Bonito, se encontraron cerca de 45 individuos pertenecientes a la especie *C. perspicillata*, y en la finca San Martín, cerca de 861 pertenecientes a la especie *C. perspicillata* (**Tabla 1S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1603/3217>).

Estructura poblacional de las especies en la comunidad de murciélagos

En total se identificaron 15 individuos, ocho de ellos capturados para medir su edad, sexo y estado reproductivo (**Tabla 1**).

Diseño e instalación de la caja para murciélagos

Diseño. Se tuvo en cuenta la caracterización biótica y abiótica de las casas refugio, en especial la de la Reserva Roble & Nogal (**Tablas 1S, 2S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1603/3217>). La caja medía 70 cm de ancho, 30 cm de profundidad y 100 cm de alto. Se empleó aglomerado de madera por su bajo peso y su superficie corrugada. Se instalaron diez listones de madera a lo largo de la caja en la parte interna del techo, el cual se impermeabilizó con una lámina de acrílico. El refugio artificial se fijó a una vara de madera de 4 m de altura y 15 cm de ancho, y sus superficies interna y externa se impregnaron con guano proveniente de la casa refugio (**Figura 2Sa, b**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1603/3217>).

Tabla 1. Distribución de sexos, clase de edad y estado reproductivo de las especies de la colonia en la Reserva Roble & Nogal

Número de liberación	Especie	Sexo	Edad	Condición reproductiva
3	<i>C. perspicillata</i>	♀	Subadulto	Nulípara
4	<i>C. perspicillata</i>	♂	Subadulto	No testiculado
5	<i>C. perspicillata</i>	♀	Subadulto	Nulípara
6	<i>C. perspicillata</i>	♂	Subadulto	No testiculado
7	<i>C. perspicillata</i>	♀	Subadulto	Nulípara
9	<i>C. perspicillata</i>	♀	Subadulto	Nulípara
10	<i>C. perspicillata</i>	♂	Subadulto	No testiculado
8	<i>C. brevicaudum</i>	♂	Subadulto	No testiculado
*	<i>Carollia</i> sp.		Individuos observados volando: 5	
*	<i>G. soricina</i>		Individuos observados volando: 2	

*No capturados

Instalación. La caja se situó en la Reserva Roble & Nogal, en el punto 05°17'07,62" N, 74°13'22,51" W, tomando como referencia los corredores naturales y la presencia de claros dominados por plántulas de *Piper* L (nombre común: cordoncillo; Piperaceae), y de *Vismia* Vand (n.c.: punta de lanza; Hypericaceae), indicadores de procesos de sucesión primaria favorecida por las rutas de forrajeo de las especies *C. castanea* y *C. perspicillata* (**Figura 2Sc**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1603/3217>).

Considerando que la vegetación asociada con la casa refugio se caracteriza por los estratos arbustivo (1,51-5 m) y subarbóreo (5,1-12 m), se definió *in situ* la altura de instalación a partir de los 6 m desde el suelo. Además, se consideró el límite entre el corredor arbóreo inferior (12,1-25 m) y las áreas de cultivo o pastizales como punto de acceso a mayores recursos alimenticios, áreas de percha, protección y forrajeo. La vara de soporte de la caja se enterró a una profundidad de un metro y se aseguró con alambre y guayas al fuste de un árbol de chicalá o flor amarilla (*Tabebuia* Gomes ex DC (Bignoniaceae)), de una altura de 10 a 12 m, diámetro altura pecho (DAP) de 80 a 90 cm, y localizado entre 40 y 50 m en línea recta en dirección sureste de la casa refugio.

Las posibles entradas de los murciélagos (techos, paredes, puertas) a la casa refugio se bloquearon con polisombra para evitar el reingreso de los murciélagos previamente capturados y medidos; estos últimos, de las especies *C. brevicaudum* y *C. perspicillata*, fueron instalados uno a uno manualmente en la caja, teniendo cuidado de que percharan efectivamente.

Trabajo de educación ambiental y ciencia ciudadana

A las sesiones educativas asistieron cerca de 40 habitantes entre los 3 y los 70 años de edad, con un porcentaje aproximado de 50 % de mujeres y otro tanto de hombres. En la primera jornada se evidenció un desconocimiento generalizado de aspectos puntuales como la anatomía y la morfología de los murciélagos, así como la marcada percepción negativa que de ellos tenían algunos de los asistentes. La mayoría de los participantes tenía un gran conocimiento sobre los refugios naturales y artificiales de los murciélagos y algunos conocían bien los servicios ecosistémicos que brindan y la importancia de su conservación (**Figura 3SI**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1603/3217>).

En la segunda jornada se observó un cambio general en la percepción de la comunidad en torno a los murciélagos, pues se pasó de un conocimiento básico, comúnmente sesgado e incorrecto, a un conocimiento personal amplio y sólido de su biología e importancia. Este cambio fue notable especialmente en aquellos que asistieron a las dos jornadas educativas, e incluso mayor en las habitantes que apoyaron el muestreo (**Figura 3SII**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1603/3217>).

El material gráfico y los registros recopilados en los conversatorios dieron como resultado el desarrollo del póster informativo “Los murciélagos de Pasuncha”, y de una serie de folletos: ¿Qué son los murciélagos?, ¿Qué murciélagos hay en Pasuncha?, ¿Dónde viven los murciélagos?, ¿Qué comen los murciélagos?, ¿En dónde buscamos nuestro alimento?, y ¿Cómo hacer un murciélago? (**Figura 4S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1603/3217>).

Discusión

Ensamblaje de murciélagos

La fragmentación de los ecosistemas y la deforestación selectiva, entre otras formas de perturbaciones antrópicas, se encuentran entre los procesos que mayor incidencia tienen en la distribución y abundancia de las especies de murciélagos, las cuales pueden presentar, según su historia evolutiva, un mayor o menor grado de adaptabilidad a las condiciones antrópicas (Presley *et al.*, 2008; Meyer *et al.*, 2016).

Las especies *C. brevicaudum* y *C. perspicillata*, registradas en todas las casas refugio, y *G. soricina*, registrada en la Reserva Roble & Nogal, se encuentran asociadas a ambientes tropicales sujetos a perturbaciones que tienden a aumentar (Pons & Cosson, 2002; Sampaio

et al., 2003; Delaval & Charles-Dominique, 2006; Meyer & Kalko, 2008; Meyer *et al.*, 2008; Estrada-Villegas *et al.*, 2010). Estas especies dominan los bosques secundarios en estadios sucesionales tempranos a intermedios (Brosset *et al.*, 1996; Castro-Luna *et al.*, 2007a, b; Willig *et al.*, 2007; de la Peña-Cuéllar *et al.*, 2012; Vleut *et al.*, 2012) y allí participan en los procesos de regeneración mediante la dispersión de semillas y la polinización de las plantas (Muscarella & Fleming, 2007). La predominancia de *Carollia* spp. en este tipo de hábitats, característicos de las casas refugio visitadas, podría deberse, en parte, a que son especies generalistas y aprovechan diversos recursos alimenticios como los frutos de los géneros *Cecropia* Loeffl., *Piper*, *Solanum* L y *Vismia* Vand, y, además, complementan su dieta con polen, néctar, algunos insectos y hojas (Melo *et al.*, 2004; Oria & Machado, 2007; Maguiña *et al.*, 2012; Alviz, 2014; Ríos-Blanco & Pérez-Torres, 2015; Pereira *et al.*, 2017; Muñoz-Saba *et al.*, 2019).

Así, la presencia de estas especies en las casas refugio se esperaba y concuerda con los hábitats asociados, entre ellos, extensas áreas de cultivos y pastizales, pero también puntos de transición sucesional representada por bancos de plántulas de especies de consumo (v.g. *Piper*, *Vismia*) y vegetación arbustiva en la zona ecotonal entre las áreas antrópicas y los remanentes de vegetación secundaria. En las fincas Patio Bonito y San Martín, en donde la vegetación arbórea secundaria era más representativa, la presencia de las especies frugívoras y percheras *A. lituratus* y *S. erythromos* se relacionaría con el hecho de que son más abundantes en hábitats conservados o en estadios sucesionales avanzados que ofrecen mejores recursos alimenticios y una mayor cobertura de refugios para la reproducción, en comparación con áreas perturbadas que también pueden hacer parte de su área de distribución (Muñoz-Saba *et al.*, 2019).

En cuanto al ensamblaje de los murciélagos al interior de las casas refugio, solo se comprobó la coexistencia de las especies *C. brevicaudum* y *C. perspicillata* con *G. soricina* en la Reserva Roble & Nogal. La asociación entre *C. perspicillata* y *G. soricina* en colonias ya ha sido documentada (Díaz & Linares-García, 2012; Rengifo *et al.*, 2013; Camelo-Pinzón & Esquivel-Melo, 2015).

La estructura social de *C. perspicillata* se caracteriza por un patrón de poliginia en la cual se establecen harenes conformados por un macho y varias hembras, en tanto que los machos restantes se mantienen solos o en grupos (Porter, 1978; Williams, 1986; Knörnschild *et al.*, 2016; Martínez-Medina & Pérez-Torres, 2018). Sin embargo, dicha estructura no se evidenció en la casa refugio de la Reserva Roble & Nogal, ya que la representatividad de sexos fue homogénea (1:1), y todos los individuos eran subadultos sin actividad reproductiva.

Aunque se han registrado estructuras de este tipo, no son típicas en condiciones ambientales estables (Porter, 1978; Williams, 1986). Los aspectos relacionados con la reproducción no parecen explicar el estado de la población, pues, aunque la fecha del muestreo no coincidió con los periodos reproductivos de la especie (junio-agosto y febrero-mayo) (Cloutier & Thomas, 1992), lo cual podría relacionarse con la nula actividad reproductiva, esta no se asocia con la representación equitativa de los sexos.

Las condiciones climáticas durante el periodo de muestreo y la oferta alimenticia tampoco explicarían la estructura observada, debido, principalmente, al hábito generalista de *C. perspicillata* y su posibilidad de aprovechar recursos humanos, lo que la convierte en una especie sinantrópica (Voigt *et al.*, 2016).

Por lo tanto, lo más factible es que las diversas intervenciones en la casa refugio hayan alterado las características ambientales y espaciales en su interior, afectando la estructura social, el tipo de residencia, y las relaciones interespecíficas e intraespecíficas (Sedgeley & O' Donnell, 1999). Ello daría cuenta de la fuerte disminución del número de individuos, que pasó de cientos (según lo reportado por los habitantes locales, y lo evidenció la cantidad de guano acumulado y el tiempo de abandono de la casa), a solo 25 (3 septiembre 2019) y 15 (9 noviembre 2019) durante los muestreos, todos ellos subadultos. La hipótesis que planteamos es que esta casa refugio se convirtió en un sitio de paso, pues no tenía las condiciones óptimas para el establecimiento de harenes o colonias de maternidad.

Diseño, construcción e instalación de la caja para murciélagos

El diseño de la caja se basó en la caracterización estructural de las casas refugio. Se tomaron varios de sus elementos como evidencia de ocupación efectiva por parte de los murciélagos y se consideró la historia natural y la ecología de las especies registradas (**Tablas 1S, 2S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1603/3217>). Esto porque la mayoría de la información sobre el tema, en especial de los modelos actuales de cajas para murciélagos, se limita a las especies de la familia Vespertilionidae, propia de climas templados en Europa y Estados Unidos, que no comporten la misma historia natural de las especies neotropicales (**Neilson & Fenton, 1994; Brittingham & Williams, 2000; Dillingham et al., 2003; Lourenço & Palmeirim, 2004; White, 2004; Ritzl et al., 2005; Flaquer et al., 2006; Long et al., 2006; Tuttle et al., 2013; Mering & Chambers, 2014; Ruegger, 2016; Garland et al., 2017; López-Baucells et al., 2017; Bideguren et al., 2018**).

En contraste, los trabajos sobre los murciélagos del Neotrópico son pocos (**Alberico et al., 2004; Kelm, 2008; Kelm et al., 2008; Schöner, 2012; Reid et al., 2013**) y los modelos propuestos han tenido resultados variables. Por ello, la propuesta de un modelo dirigido a especies específicas (murciélagos frugívoros, nectarívoros-polinívoros) contribuye a ampliar el campo de uso de las cajas para murciélagos con fines de conservación en el Neotrópico.

El sitio de instalación en el borde del corredor del fragmento de bosque secundario (**Figura 2S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1603/3217>) cumplió con las condiciones registradas por **Ortiz-Ramírez et al. (2006)** en cuanto a las preferencias en la selección de refugios por parte de *C. perspicillata*: árboles de gran altura y diámetro en áreas de bosque tropical maduro o en estado de sucesión avanzado. Se espera que este modelo de refugio artificial dirigido permita el establecimiento de los murciélagos trasladados, además de atraer otros individuos. Aunque se evidenció su éxito como estructura en la cual los murciélagos pueden perchar (los individuos trasladados se mantuvieron por unos segundos en el interior de la caja), se debe comprobar su efectividad a largo plazo con estudios adicionales que integren a la comunidad en el proceso de construcción, instalación y monitoreo de nuevas cajas, estrategia adecuada para reducir los conflictos entre humanos y murciélagos y favorecer su conservación (**Salazar et al., 2010**).

Cabe resaltar que esta estrategia surge como respuesta a que, inicialmente, muchos de los habitantes no deseaban ver a los murciélagos en ningún tipo de construcción humana, incluidas las casas abandonadas. No obstante, nuevos esfuerzos de pedagogía pueden orientarse hacia la conservación de estas casas abandonadas para mantener a los murciélagos residentes y los servicios ecosistémicos que prestan.

Trabajo de educación ambiental y ciencia ciudadana

Los resultados obtenidos evidenciaron mitos y creencias, en ocasiones fuertemente arraigadas, como la idea de que todos los murciélagos son hematófagos (**Cajas-Castillo et al., 2013**), que son ratones alados y que se asocian con la oscuridad (**Vargas-Contreras et al., 2012**), o producen temor y repulsión (**Bernal, 2016**).

La inclusión de los habitantes en las jornadas educativas y los muestreos, y su integración al componente educativo-participativo, permitió establecer un diálogo que no se limitó a la exposición, sino que favoreció la apropiación del conocimiento de la fauna local por parte de la comunidad, hecho que se reflejó en la elaboración de folletos, posters y carteleras. Asimismo, el desarrollo de las actividades en varios grupos demográficos y a nivel grupal e individual permitió la expresión del liderazgo (incluso de niños), el aumento de confianza, el trabajo en equipo, la difusión de lo aprendido, la asimilación de nuevos conceptos, el reconocimiento de situaciones particulares, y la asociación de eventos en torno a esta fauna, lo que constituye un avance en la construcción de una visión de los murciélagos que reconoce su importancia en múltiples aspectos de la cotidianidad, como la dispersión de semillas, la polinización de plantas cultivadas, los efectos en los

insectos plaga y su control, la regeneración de los bosques fuente de recursos, el mantenimiento de procesos ecosistémicos, y los encuentros con los murciélagos consumidores de sangre, entre otros.

Los resultados obtenidos son congruentes con lo observado en varias experiencias con actividades divulgativas similares que cambian la percepción negativa de los murciélagos, como la de la “carpa de los murciélagos”, cuya efectividad se ha evaluado en otros estudios (Galarza *et al.*, 2013), la de la “murci-maleta viajera”, en la que se usan personajes ficticios y se orienta especialmente a los niños (Briones & España, 2012), y la del “festival de los murciélagos”, en la que se dan conferencias al público en general, talleres, cursos, obras de teatro, y foros (Cisneros-Palacios, 2012), así como los diferentes ejercicios sobre el tema liderados por el Programa para la Conservación de los Murciélagos de Colombia (PCMCo, 2020).

La inclusión de las comunidades permite, por lo tanto, establecer estrategias de conservación; sin embargo, las acciones efectivas se logran cuando se integra a las comunidades locales y académicas, las ONG, organismos gubernamentales, e instituciones de financiamiento (Gómez-Ruiz *et al.*, 2015). La experiencia del trabajo con la comunidad de Pasunchá evidenció la necesidad de integrar los centros de investigación y educación y las comunidades, con el apoyo de entidades nacionales e internacionales.

En resumen, se hicieron los primeros registros de las siguientes especies de murciélagos en el corregimiento de Pasunchá (municipio de Pacho, Cundinamarca): *A. lituratus*, *C. brevicaudum*, *C. castanea*, *C. perspicillata*, *S. erythromos* (consumidoras de frutas); *G. soricina* (nectarívora-polinívora); *E. brasiliensis* (insectívora), y *D. rotundus* (hematófaga). Además, se comprobará la efectividad de la caja para murciélagos en estudios posteriores para proponerla como estrategia de conservación de los ecosistemas, orientando su diseño, construcción e instalación a especies específicas con el enfoque de ensamblaje de murciélagos. Por último, como estrategia para reducir los conflictos entre humanos y murciélagos, deben incentivarse estrategias educativas y de participación que integren los diferentes sectores sociales.

Agradecimientos

A Helver Enrique Hernández Bohada, Liro Cabrera, Edwin Cabrera Lizarazo, David Cabrera Lizarazo, Fabián Cabrera Lizarazo, Mireya Cabrera y la familia Cabrera, quienes nos brindaron alojamiento durante el trabajo de campo, apoyo en los muestreos, en la construcción e instalación de la caja para murciélagos, y en el desarrollo de las actividades educativas. A la comunidad del corregimiento de Pasunchá por su hospitalidad e interés en compartir sus ideas y conocimientos. Al corregidor Cerafín Aguillón Rojas por permitir las actividades de trabajo comunitario en el polideportivo, al párroco de esta localidad, Wilman Carrillo, por la difusión del evento al finalizar la misa dominical y al presidente de la Junta de Acción Comunal, Jesús Antonio Pachón Santana, por la colaboración logística durante las jornadas educativas. Al arquitecto Miguel Ángel Muñoz Saba por su asesoría desde el punto de vista arquitectónico en el diseño de la caja para murciélagos, así como a las muchas personas de diferentes partes del país que aportaron libros y otros materiales que se entregaron como premios durante las jornadas educativas; al Dr. Thomas R. Defler por la traducción al inglés. Se agradece la autorización del uso de las fotografías a Nathaly Calvo-Roa (*Carollia perspicillata*, *Glossophaga soricina*, *Sturnira gr lilium*), Paul Andrés Gómez-Sandoval (*Artibeus lituratus*), David Marín (*Carollia brevicaudum*), Diego G Tirira, al Archivo Murciélago Blanco (*Carollia castanea*, *Desmodus rotundus*) y a Innovagro SAS (Imágenes de satélite, cobertura vegetal); las fotos no especificadas pertenecen al Grupo de Investigación Evolución y Ecología de Fauna Neotropical (EEFN).

Información suplementaria

Ver información suplementaria en <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1603/3217>

Contribución de los autores

JCVO: trabajo de grado, diseño, toma de datos, determinación del material, análisis, escritura del documento, trabajo de educación ambiental y ciencia ciudadana; YMS: dirección del trabajo de grado, concepción, determinación del material biológico, diseño, análisis, trabajo de educación ambiental y ciencia ciudadana; MJGL: codirectora, diseño y análisis del trabajo de educación ambiental y de ciencia ciudadana; JAC: asesor en el tema de vegetación, trabajo de educación ambiental y ciencia ciudadana; DFRC: asesor de diseño de las cajas para murciélagos, trabajo de educación ambiental y ciencia ciudadana.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Referencias

- Alberico, M., Saavedra-R., C., García-Paredes, H. (2004). Criterios para el diseño e instalación de casas para murciélagos: Proyecto CPM (Cali, Valle Del Cauca, Colombia). *Actual Biol.* **26** (80): 5-11.
- Ali, S., Hamma-Soor, T., Babakir-Mina, M., Dimonte, S., Greco, F. (2020). Is it scaly anteater or bat a real origin of the 2019-Novel CoV: A probable hypothesis? *KJAR Kurdistan Journal of Applied Research.* **5**: 1-12. <https://doi.org/10.24017/covid.1>
- Alviz, A. (2014). Dinámica temporal de la dieta de *Carollia perspicillata* en la Cueva Macaregua, Santander-Colombia. Trabajo de grado, Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Andersen, K.G., Rambaut, A., Lipkin W.I., Holmes, E.C., Garry, R.F. (2020). The proximal origin of SARS-CoV-2. *Nature Medicine.* **26**: 450-455.
- Atagana, P.J., Bakwo, E.M., Kekeunou, S. (2021). Responses of Bat Communities (Mammalia: Chiroptera) to Forest Loss and Habitat Conversion in Southern Cameroon. *Tropical Conservation Science.* **14**: 1-8.
- Bello-A., A.M. & Paz-F., D.N. (2018). Estudio de viabilidad financiera de la generación de energía eléctrica a partir de paneles solares para puestos de salud en Colombia. Reporte técnico. Bogotá: Universidad Libre.
- Bernal, J. (2016). Estrategia pedagógica para la conservación de la biodiversidad a partir de los murciélagos. Trabajo de grado. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Bideguren, G., López-Baucells, A., Puig-Montserrat, X., Mas, M., Porres, X., Flaquer, C. (2018). Bat boxes and climate change: testing the risk of overheating in the Mediterranean region. *Biodivers Conserv.* **28** (1): 21-35. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1634-7>
- Briones, S. & España, M. (2012). Educando para conservar. La murcimaleta viajera en Guatemala. *Bol. Red. Latin. Cons Murc.* **3** (2): 7.
- Brittingham, M. & Williams, L. (2000). Bat Boxes as alternative roosts for displaced bat maternity colonies. *Wildlife soc b.* **28** (1): 197-207.
- Brosset, A., Charles-Dominique, P., Cockle, A., Cosson, J.F., Masson, D. (1996). Bat communities and deforestation in French Guiana. *Canadian Journal of Zoology.* **74** (11): 1974-1982.
- Cabrera-Ojeda, C., Noguera-Urbano, E.A., Calderón-Leytón, J.J., Flórez-Paí, C. (2016). Ecología de murciélagos en el bosque seco tropical de Nariño (Colombia) y algunos comentarios sobre su conservación. *Revista Peruana de Biología.* **23** (1): 27-34.
- Cajas-Castillo, J., Kraker-Castañeda, C., Echeverría-Tello, J. (2013). Escenarios de conservación de los murciélagos de Guatemala. *Bol. Red. Latin Cons Murc.* **4** (2): 9-11.
- Camelo-Pinzón, D.K. & Esquivel-Melo, D.A. (2015). Estructura del ensamblaje de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en la cuenca media del Río Guayuriba (Acacias – Meta). Trabajo de grado. Bogotá, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Casallas-Pabón, D., Muñoz-Saba, Y., Valdívieso, N., Pinto, R. (2019). Murciélagos de las cuevas, cavernas y áreas adyacentes de El Peñón (Andes), Santander, Colombia. En Lasso, C., Barriga, J. (Eds.), *Biodiversidad subterránea y epigea de los sistemas cársticos de El Peñón (Andes)*, Santander, Colombia (pp. 157-174). Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y COLCIENCIAS (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación).
- Castro-Luna, A.A., Sosa, V., Castillo-Campos, G. (2007a). Bat diversity and abundance associated with the degree of secondary succession in a tropical forest mosaic in South-Eastern Mexico. *Animal Conservation.* **10**: 219-228.

- Castro-Luna, A.A., Sosa, V., Castillo-Campos, G.** (2007b). Quantifying phyllostomid bats at different taxonomic levels as ecological indicators in a disturbed tropical forest. *Acta Chiropterologica*. **9**: 219-228.
- Ciechanowski, M.** (2005). Utilization of artificial shelters by bats (Chiroptera) in three different types of forest. *Folia Zool.* **54** (1-2): 31-37.
- Cisneros-Palacios, E.** (2012). Festival de los Murciélagos de Oaxaca 2012. *Bol Red Latin Cons Murc.* **3** (2): 8-9.
- Cloutier, D. & Thomas, D.W.** (1992). *Carollia perspicillata*: Mammalian Species. American Society of Mammalogists. **417**: 1-9.
- de la Peña-Cuéllar, E., Stoner, K.E., Avila-Cabadilla, L.D., Martínez-Ramos, M., Estrada, A.** (2012). Phyllostomid bat assemblages in different successional stages of tropical rain forest in Chiapas, Mexico. *Biodivers Conserv.* **21**: 1381-1397. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0249-7>
- Delaval, M. & Charles-Dominique, P.** (2006). Edge effects on frugivorous and nectarivorous bat communities in a neotropical primary forest in French Guiana. *Rev Ecol-terre vie.* **61**: 343-352.
- Díaz, M., Solari, S., Gregorin, R., Aguirre, L.F., Barquez, R.M.** (2021). Clave de identificación de los murciélagos neotropicales. Tucumán, Argentina: Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina. 211 pp.
- Díaz, M.M. & Linares-García, V.** (2012). Refugios naturales y artificiales de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en la selva baja en el noroeste de Perú. *Gayana (Concepc.)* **76** (2): 117-130.
- Dillingham, C., Cross, S., Dillingham, P.** (2003). Two environmental factors that influence usage of bat houses in managed forests of Southwest Oregon. *Northwestern Naturalist.* **84** (1): 20-23. <https://doi.org/10.2307/3536718>
- Dodds, M. & Bilston, H.** (2013). A comparison of different bat box types by bat occupancy in deciduous woodland, Buckinghamshire, UK. *Conservation Evidence.* **10**: 24-28.
- Estrada-Villegas, S., Meyer, C., Kalko, E.** (2010). Effects of forest fragmentation on aerial insectivorous bats in a land-bridge island system. *Biol Conserv.* **143**: 597-608.
- Fenton, M., Acharya, L., Audet, D., Hickey, M., Merriman, C., Obrist, M., Syme, D., Adkins, B.** (1992). Phyllostomyd bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruptions in the Neotropics. *Biotropica.* **24**: 440-446.
- Flaquer, C., Torre, I., Ruiz-Jarillo, R.** (2006). The value of bat-boxes in the conservation of *Pipistrellus pygmaeus* in wetland rice paddies. *Biol Conserv.* **128**: 223-230. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.030>
- Galarza, M., Aguirre, L., Pérez, J., Lizarro, D., Mejia, P., Barboza, K., Avilés, S., Quiroz, J., Rojas, R., Carpio, R.** (2013). Difusión sobre murciélagos en ferias y parques. *Bol Red Latin Cons Murc.* **4** (2): 12-14.
- Garland, L., Wells, M., Markham, S.** (2017). Performance of artificial maternity bat roost structures near Bath, UK. *Conservation Evidence.* **14**: 44-51.
- Gómez-Ruiz, E., Jiménez, C., Flores-Maldonado, J., Lacher, T., Packard, J.** (2015). Conservación de murciélagos nectarívoros (Phyllostomidae: Glossophagini) en riesgo en Coahuila y Nuevo León. *Therya.* **6** (1): 89-102. <https://doi.org/10.12933/therya-15-233>
- González, E.** (2013). La degradación de los montes y su efecto sobre los murciélagos en Uruguay. *Bol. Red. Latin. Cons Murc.* **4** (2): 4-6.
- Hu, B., Guo, H., Zhou, P., Shi, Z.** (2021). Characteristics of SARS-Cov-2 and COVID-19. *Nature Reviews.* **19**: 141-154. <https://doi.org/10.1038/s41579-020-00459-7>
- Irving, A.T., Ahn, M., Goh, G., Anderson, D.E., Wang, L-F.** (2020). Lesson from the host defences of bats, a unique viral reservoir. *Nature.* **589**: 363-370.
- Jin, Z., Du, X., Xu, Y., Deng, Y., Liu, M., Zhao, Y., Zhang, B., Li, X., Zhang, L., Peng, C., *et al.*** (2020). Structure of M^{pro} from SARS-CoV-2 and discovery of its inhibitors. *Nature.* **582**: 289-293. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2223-y>
- Kelm, D.** (2008). Restoring lost rainforests. Artificial bat roosts attract seed-dispersing bats. *BATS. BD at Conservation International.* **26** (2): 6-7.
- Kelm, D., Wiesner, K., von Helversen, O.** (2008). Effects of artificial roosts for frugivorous bats on seed dispersal in a neotropical forest pasture mosaic. *Conserv Biol.* **22** (3): 733-741. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00925.x>
- Kingston, T.** (2016). Cute, Creepy, or Crispy - How values, attitudes, and norms shape human behavior toward bats. En Voigt, C.C., Kingston, T. (Eds) *Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world* (pp. 571-588). Springer International AG, Cham.

- Knörnschild, M., Eckenweber, M., Fernandez, A., Nagy, M.** (2016). Sexually selected vocalizations of neotropical bats. En: Ortega, J. (Ed), *Sociality in Bats* (pp. 179-195). Suiza: Springer International Publishing AG Switzerland.
- Latinne, A., Hu, B., Olival, K.J., Zhu, G., Zhang, L., Li, H., Chmura, A.A., Field, H.E., Zambrano-Torrelío, C., Epstein, J.H., et al.** (2020). Origin and cross-species transmission of bat coronaviruses in China. *Nature Communications*. **11** (4235): 1-15. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17687-3>
- Leighton, R. & Casallas-Pabón, D.** (2012). Designing homes for tropical bats. Scientists explore artificial roosts for rebuilding forests. *Bats*. **30** (2):7-9.
- Long, R., Kiser, M., Kiser, S.** (2006). Well-placed bat houses can attract bats to Central Valley farms. *Calif Agr*. **60** (2): 91-94.
- López-Baucells, A., Puig-Montserrat, X., Torre, I., Freixas, L., Mas, M., Arrizabalaga, A., Flaquer, C.** (2017). Bat boxes in urban non-native forests: a popular practice that should be reconsidered. *Urban Ecosystems*. **20** (1): 217-255. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0582-9>
- Lourenço, S. & Palmeirim, J.** (2004). Influence of temperature in roost selection by *Pipistrellus pygmaeus* (Chiroptera): relevance for the design of bat boxes. *Biol Conserv*. **119**: 237-243. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.11.006>
- Maguiña, R., Amanzo, J., Huamán, L.** (2012). Dieta de murciélagos filostómidos del valle de Kosñipata, San Pedro, Cusco-Perú. *Revista Peruana de Biología*. **19** (2): 159-166.
- Martínez-Medina, D. & Pérez-Torres, J.** (2018). Apuntes sobre la estructura social de *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) en la cueva Macaregua, Santander, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*. **8** (1): 14-21. <https://doi.org/10.18636/bioneotropical.v8i1.687>
- Medellín, R., Equihua, M., Amín, M.** (2000). Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforest. *Conserv Biol*. **14**: 1666-1675.
- Melo, M., Schittini, G., Selig, P., Bergallo, H.** (2004). Seasonal variation in the diet of the bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in an Atlantic Forest area in southeastern Brazil. *Mammalia*. **68** (1): 49-55. <https://doi.org/10.1515/mamm.2004.006>
- Mering, E. & Chambers, C.** (2014). Thinking outside the box: a review of artificial roosts for bats. *Wildlife Soc B*. **38** (4): 741-751. <https://doi.org/10.1002/wsb.461>
- Meteoblue.** (2020). Archivo meteorológico Pacho. Fecha de consulta: 28 de enero de 2021. Disponible en: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/weatherarchive/pacho_colombia_3673424?fcstlength=1m&year=2019&month=9
- Meyer, C., Fründ, J., Pineda-Lizano, W.** (2008). Ecological correlates of vulnerability to fragmentation in Neotropical bats. *J Appl Ecol*. **45**: 381-391.
- Meyer, C. & Kalko, E.** (2008). Assemblage-level responses of phyllostomid bats to tropical forest fragmentation: land-bridge islands as a model system. *J Biogeogr*. **35**: 1711-1726.
- Meyer, C., Struebig, M., Willig, M.** (2016). Responses of tropical bats to habitat fragmentation, logging, and deforestation. En Voigt, C., Kingston, T. (Eds.), *Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world* (pp. 63-103). Switzerland, New York, Dordrecht, London: Springer International Publishing AG.
- Muñoz-Saba, Y., Calvo-Roa, N., Gómez-Sandoval, P.A., Casallas-Pabón, D., Lynch, J., Barrientos, L., Gómez-Sánchez, D.** (2019). Guía de campo de los mamíferos, anfibios y reptiles de Santa María (Boyacá, Colombia). Serie Guías de Campo del Instituto de Ciencias Naturales, N° 23. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Muscarella, R. & Fleming, T.H.** (2007). The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews*. **82** (4): 573-590. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185x.2007.00026.x>
- Neilson, A. & Fenton, B.** (1994). Responses of little brown *Myotis* to exclusion and to bat houses. *Wildlife Soc B*. **22** (1): 8-14.
- Oria, F. & Machado, M.** (2007). Determinación de la dieta de algunas especies de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) de la Cordillera Central de Venezuela. *Arte, Ciencia y Tecnología*. **2** (2): 5-15.
- Ortiz-Ramírez, D., Lorenzo, C., Naranjo, E., León-Paniagua, L.** (2006). Selección de refugios por tres especies de murciélagos frugívoros (Chiroptera: Phyllostomidae) en la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Rev Mex Biodivers*. **77** (2): 261-270.
- Programa para la Conservación de los Murciélagos de Colombia-PCMCo.** (2020). Actividades Programa para la Conservación de los murciélagos de Colombia. Fecha de consulta: 13 de enero de 2020.

- Pereira, A., da Rocha, P., Santana, P., Beltrão-Mendes, R., Ruiz-Esparza, J., Ferrari, S.** (2017). Consumption of leaves by *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae): a new dimension of the species' feeding ecology. *Mammalia*. **82** (3): 303-307. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2016-0096>
- Pons, J. & Cosson, J.** (2002). Use of forest fragments by animalivorous bats in French Guiana. *Rev Ecol-terre Vie*. **57**: 117-130.
- Porter, F.** (1978). Roosting patterns and social behavior in captive *Carollia perspicillata*. *J Mammal*. **59** (3): 627-630. <https://doi.org/10.2307/1380245>
- Presley, S., Willig, M., Wunderle, J., Saldanha, L.** (2008). Effects of reduced-impact logging and forest physiognomy on bat populations of lowland Amazonian Forest. *J Appl Ecol*. **45**: 14-25.
- Prieto, A., Murcia, L., Gómez, L.** (2003). Pacho, tierra de esperanza. Bogotá, Colombia: Guadalupe. 469 pp.
- Ramírez-Chávez, H.E., Suárez-Castro, A.F., Morales-Martínez, D.M., Rodríguez-Posada, M.E., Zurc, D., Concha-Osbahr D.C., Trujillo, A., Noguera-Urbano, E.A., Pantoja-Peña, G.E., González-Maya, J.F., et al.** (2021). Mamíferos de Colombia. v1.12. Sociedad Colombiana de Mastozoología. Dataset/Checklist. <https://doi.org/10.15472/k1whs>
- Reid, J., Holste, E., Zahawi, R.** (2013). Artificial bat roosts did not accelerate forest regeneration in abandoned pastures in southern Costa Rica. *Biol Conserv*. **167**: 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.06.026>
- Rengifo, E.M., Calderón, W., Aquino, R.** (2013). Características de refugios de algunas especies de murciélagos en la cuenta alta del Río Itaya, Loreto, Perú. *Cuadernos de Investigación UNED*. **5** (1): 143-150.
- Ríos-Blanco, M. & Pérez-Torres, J.** (2015). Dieta de las especies dominantes del ensamblaje de murciélagos frugívoros de un bosque seco tropical (Colombia). *Mastozoología Neotropical*. **22** (1): 103-111.
- Ritzi, C., Everson, B., Whitaker, J.** (2005). Use of bat boxes by a maternity colony of Indiana *Myotis (Myotis sodalis)*. *Northeast Nat*. **12** (2): 217-220.
- Rodríguez-Herrera, B., Nabte, M., Cordero, E., Sánchez, R.** (2015). Murciélagos y techos, Ira ed. Costa Rica: Universidad de Costa Rica. 56 pp.
- Romero-Ruiz, M., Flantúa, S., Tansey, K., Berrío, J.** (2012). Landscape transformations in savannas of northern South America: Land use/cover changes since 1987 in the Llanos Orientales of Colombia. *Appl Geogr*. **32**: 766-776.
- Ruegger, N.** (2016). Bat boxes: a review of their use and application, past, present and future. *Acta Chiropterol*. **18** (1): 279-299. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2016.18.1.017>
- Salazar, D., Kelm, D., Marquis, R.** (2010). Directed seed dispersal of *Piper* by *Carollia perspicillata* and its effect on understory plant diversity and folivory. *Ecology*. **94** (11): 2444-2453.
- Sampaio, E., Kalko, E., Bernard, E.** (2003). A biodiversity assessment of bats (Chiroptera) in a tropical lowland rainforest of Central Amazonia, including methodological and conservation considerations. *Stud Neotrop Fauna E*. **38** (1): 17-31.
- Saunders, D., Hobbs, R., Margules, C.** (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conservation Biology*. **5** (1): 18-32.
- Schöner, M.** (2012). Effectiveness of artificial roosts for neotropical bat species. Fecha de consulta: 26 de septiembre de 2019. Disponible en: <https://www.wildlifeacoustics.com/component/k2/item/912-effectiveness-of-artificial-roosts-for-neotropical-bat-species>
- Sedgeley, J. & O'Donnell, C.** (1999). Factors influencing the selection of roost cavities by a temperate rainforest bat (Vespertilionidae: *Chalinolobus tuberculatus*) in New Zealand. *J Zool*. **249** (4): 437-446. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1999.tb01213.x>
- Segura-Trujillo, C. & Navarro-Pérez, S.** (2010). Escenario y problemática de conservación de los murciélagos (Chiroptera) cavernícolas del complejo volcánico de Colima, Jalisco-Colima, México. *Therya*. **1** (3): 189-206.
- Tirira, D.** (2007). Guía de Campo de los Mamíferos del Ecuador. Quito, Ecuador: Ediciones Murciélago Blanco. 576 pp.
- Tuttle, M., Kiser, M., Kiser, S.** (2013). The bat house builder's handbook. Texas, USA: Bat Conservation International. 36 pp.
- Vargas-Contreras, J., Escalona-Segura, G., Arroyo-Cabrales, J., Von Osten, J., Navarro, L.** (2012). Conservación de murciélagos en Campeche. *Therya*. **3** (1): 53-66. <https://doi.org/10.12933/therya-12-56>
- Vleut, I., Levy-Tacher, S.I., Galindo-González, J., de Boer, W.F., Ramírez-Marcial, N.** (2012). Tropical rain-forest matrix quality affects bat assemblage structure in secondary forest patches. *J Mammal*. **93** (6): 1469-1479. <https://doi.org/10.1644/12-MAMM-005.1>

- Voigt, C., Phelps, K., Aguirre, L., Schoeman, M., Vanitharani, J., Zubaid, A.** (2016). Bats and Buildings: The Conservation of Synanthropic Bats. En Voigt, C., Kingston, T. (Eds). *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World* (pp. 427-462). Springer, Cham.
- White, E.** (2004). Factors affecting bat house occupancy in Colorado. *The Southwestern Naturalist*. **49** (3): 344-349.
- Wilkinson, G. & Fleming, T.** (1996). Migration and evolution of lesser long-nosed bat *Leptonycteris curasoae*, inferred from mitochondrial DNA. *Mol Ecol*. **5**: 329-339.
- Williams, C.** (1986). Social organization of the bat, *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Ethology*. **71** (4): 265-282. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1986.tb00591.x>
- Willig, M.R., Presley, S.J., Bloch, C.P., Hice, C.L., Yanoviak, S.P., Díaz, M.M., Chauca, L.A., Pacheco, V., Weaver, S.S.** (2007). Phyllostomid bats of lowland Amazonia: Effects of habitat alteration on abundance. *Biotropica*. **39** (6): 737-746. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2007.00322.x>