

Orinoquia, Julio-Diciembre 2019;23(2):109-120

ISSN electrónico 2011-2629.

ISSN impreso 0121-3709.

<https://doi.org/10.22579/20112629.574>

Edificios usados como refugios por murciélagos en un campus universitario del piedemonte llanero de Colombia

Buildings used as roosts by bats in a university campus in the eastern foothills of Colombia

Predios usados como abrigos de morcegos no campus universitario nos contrafortes orientais da Colômbia

Catalina Pérez-García^{1}; Karen Bernal-Contreras^{1*}; Diana Marcela Ramírez-Castellanos^{1*}; Diana Caterine Buitrago-Valenzuela^{1**}; Luiyer Andrés Ceballos-Ladino^{1**}; Francisco Sánchez-Barrera^{2**}*

¹ Biol

² Biol, PhD

* Grupo Mamíferos Silvestres-Unillanos, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia.

** Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia.

Email: catalina.perez@unillanos.edu.co

Recibido: 09 de marzo de 2018

Aprobado: 01 de marzo de 2019

Resumen

Algunos murciélagos ocupan ambientes altamente modificados por los humanos, y en Colombia poco sabemos sobre su historia natural en ambientes urbanos. Por ello estudiamos los edificios utilizados por murciélagos como refugios en un campus universitario en Villavicencio, Meta, piedemonte llanero colombiano. Medimos la altura al sitio de percha, cobertura del dosel y distancia al poste de luz más cercano para cada refugio. Identificamos 13 edificios con 15 refugios; siete usados por *Saccopteryx leptura*, cuatro por *Carollia perspicillata*, tres por *Molossus molossus*, y dos por *Phyllostomus elongatus*. En un caso, *M. molossus* y *C. perspicillata* compartieron refugio. La altura al sitio de percha, cobertura del dosel y distancia a postes de luz fue considerablemente variable entre refugios. Los refugios se encontraron entre 1.83-13.5 m de altura, y coberturas de dosel y distancia a postes entre 22.75-87.5%, y 3.5-39.92 m, respectivamente. El número de individuos en los refugios de *S. leptura* se correlacionó positivamente con la distancia al poste de luz más cercano y la altura del sitio de percha. Así, esas características de los refugios artificiales parecen relacionarse con su calidad para *S. leptura*. Sugerimos evitar los refugios en sitios de trabajo cercanos a personas, para reducir conflictos entre humanos y murciélagos en el campus por la posibilidad de transmisión de enfermedades. También sugerimos evaluar el uso de refugios artificiales, e.g., cajas para murciélagos, como alternativas a los edificios para mantener los servicios ecosistémicos brindados por los murciélagos en el campus.

Palabras clave: Chiroptera; ecología urbana; refugios artificiales; *Saccopteryx leptura*

Como Citar (Norma Vancouver):

Pérez-García C, Bernal-Contreras K, Ramírez-Castellanos DM, Buitrago-Valenzuela DC, Ceballos-Ladino L A, Sánchez 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>

Abstract

Several bat species are able to use environments highly modified by humans, and in Colombia, little is known about the natural history of urban bats. Consequently, we studied the buildings used by bats as roosts in a university campus in the foothills of the Eastern Cordillera in Villavicencio, Meta. We measured for each roosting site: height to the perching site, tree cover, and distance to light poles. We identified 13 buildings with 15 roosting sites; seven were used by *Saccopteryx leptura* (Lesser Sac-winged Bat), four by *Carollia perspicillata* (Seba's Short-tailed Bat), three by *Molossus molossus* (Pallas's Mastiff Bat), and two by *Phyllostomus elongatus* (Lesser Spear-nosed Bat). *Molossus molossus* and *C. perspicillata* shared one roosting site. Height to the perching site, canopy cover, and distance to light poles were highly variable. The roosts were between 1.83-13.5 m, whereas tree cover and distances to light poles were between 22.75-87.5%, and 3.5-39.92 m, respectively. The number of individuals within the roosts of *S. leptura* was positively correlated to the distance to the nearest pole and the height of the perch site. Thus, these characteristics of the artificial roosting sites appear to be related to site quality for this bat species. We suggest avoiding roosts in work places close to people to reduce conflicts between bats and humans on campus, due to the likelihood of disease transmission. We also suggest evaluating the use of artificial roosting sites, such as bat boxes, as alternatives to buildings to maintain the ecosystem services provided by these mammals on campus.

Key Words: artificial roosting sites; Chiroptera; *Saccopteryx leptura*; urban ecology

Resumo

Alguns morcegos têm-se adaptado a habitar entornos urbanos, e conviver com os humanos, na Colômbia é pouco o que se conhece sobre sua história natural nestas condições. Portanto se estudaram os prédios de um campus universitário usados pelos morcegos como refúgios na cidade de Villavicencio, Meta, no piedemonte das planícies orientais colombianas. A altura do refúgio, a cobertura do dossel, e a distância entre os postes da iluminação pública foram medidos. Se identificaram 15 refúgios em 13 prédios, sete eram utilizados por *Saccopteryx leptura*, quatro por *Carollia perspicillata*, três por *Molossus molossus* e dois por *Phyllostomus elongatus*. Só num caso *M. molossus* e *C. perspicillata* achavam-se juntos. A altura, cobertura do dossel y a distância entre os postes foram consideravelmente variáveis entre os refúgios, que se encontravam entre 1,83-13,5 m de altura, a cobertura do dossel e a distancias entre postes foram de entre 22.75-87.5% e 3.5-39.92 m, respectivamente. Açou-se uma correlação positiva entre a distância ao poste mais perto e a altura de penduragem, com a quantidade de indivíduos nos refúgios de *S. leptura*. Assim, para esta espécie, estas características dos refúgios artificiais aparentemente se relacionam com a qualidade. Se sugere evitar os refúgios nos lugares de trabalho pertos aos humanos para reducir conflitos entre as espécies pela aparição de doenças. Também se aconselha avaliar a utilização de refúgios artificiais, como caixas para morcegos, como alternativas aos prédios para manter os serviços ecossistêmicos oferecidos pelos morcegos no campus.

Palavras chave: Chiroptera; ecologia urbana; abrigos artificiais; *Saccopteryx leptura*

Introducción

Los refugios diurnos son componentes fundamentales de la historia de vida de los murciélagos. Estos mamíferos pasan una considerable parte del tiempo en los refugios, descansando y desarrollando actividades relacionadas con la reproducción, crianza, y alimentación (Ortíz *et al.*, 2006; Rodríguez *et al.*, 2008; Ruczynski y Bogdanowicz, 2008). Además, los refugios brindan protección contra adversidades climáticas y depredadores (Patterson *et al.*, 2007). El uso y selección de refugios por murciélagos depende de factores biológicos como el riesgo de depredación, las necesidades metabólicas, la organización social y factores asociados a la selección sexual (Kunz, 1982). Condiciones como la forma, la altura, el flujo de aire, la intensidad de luz, la proximidad a áreas de forrajeo, así como la abundancia y disponibilidad de sitios para refugiarse, también pueden afectar la selección de refugios (Kunz, 1982; Ruczynski y Bogdanowicz, 2005; Torres y López, 2010). La preferencia por diferentes tipos de refugios varía entre especies, y por ejemplo,

algunas prefieren sitios expuestos, mientras que otras prefieren espacios cubiertos (Aguirre *et al.*, 2003; Suárez y Lizcano, 2011).

En Colombia hay pocas publicaciones sobre el uso de refugios por parte de los murciélagos. Hay una descripción de un refugio usado por *Phyllostomus hastatus* (Pallas, 1767) en la Serranía del Perijá, Guajira (Cortés y Jiménez, 2014); y en Norte de Santander se encontró que variables como la temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, luz, altura de percha y del refugio, se relacionaban con la abundancia de tres especies de Phyllostomidae (Suárez-Payares y Lizcano, 2011). En ambientes urbanos de Cali, Valle del Cauca, se examinó el conflicto con los humanos relacionado con la presencia de murciélagos en casas (Alberico *et al.*, 2005), y un ejercicio similar, pero enfocado específicamente a *Molossus molossus* (Pallas, 1766), se realizó en Sincelejo, Córdoba (Sampedro *et al.*, 2008). Otro estudio analizó algunas características micrometeorológicas de las edificaciones usadas por murciélagos en Cali (Valle del Cauca), y la posibilidad

de usar refugios artificiales (Alberico *et al.*, 2004). También se ha determinado el uso de refugios asociados a un campus universitario en Montería, Córdoba (Chacón *et al.*, 2017). Para el piedemonte llanero, hay un trabajo realizado en Restrepo, Meta, que relaciona la actividad de tres especies de murciélagos insectívoros habitantes de un edificio, con la hora del atardecer y amanecer (Erkert, 1978). Por otro lado, en San Martín, Meta, se ha evaluado el establecimiento de refugios artificiales en potreros abandonados como herramienta para la restauración ecológica en bosques neotropicales (Casallas-Pabón, 2016). En este trabajo se evaluaron factores de ocupación de los refugios a lo largo del tiempo y su relación con la humedad, temperatura y ubicación espacial en el paisaje, encontrando que los refugios más usados fueron aquellos con menos humedad y con menores temperaturas del aire.

Dada la importancia de los refugios para los murciélagos, y la limitada información sobre su uso en Colombia, y particularmente en la Orinoquia, en el presente estudio reportamos el uso de edificios como refugios en el campus de la Universidad de los Llanos en Villavicencio, Meta. Particularmente proponemos contestar las siguientes preguntas: 1) ¿qué especies de murciélagos utilizan los edificios del campus?, 2) ¿hay relación entre el número de individuos en un refugio y la altura al sitio de percha, la cobertura del dosel alrededor y/o la proximidad a postes de luz? Se escogieron estas variables porque pueden relacionarse con disponibilidad de alimento, como en el caso de los postes de luz artificial que pueden actuar como parches alimentarios para especies insectívoras (Rydell, 1992; Rydell y Bagre, 1996), y son frecuentes en el campus. También, las variables medidas pueden relacionarse con la calidad de los refugios como sitios protegidos ante posibles ataques de depredadores o por la perturbación de los humanos (Lumsden, 2002; Kunz y Fenton, 2003). Adicionalmente, describimos los refugios usados por cada especie de murciélago encontrada.

Materiales y métodos

Área de estudio. El campus de la Universidad de los Llanos, sede Barcelona, Villavicencio, Meta, Colombia, se ubica a ~12 km al sur del núcleo urbano de la ciudad; 4° 4' N, 73° 34' W, ~400 m s.n.m. Tiene un área de ~45 ha, limita con una base militar, y está rodeado también por áreas dedicadas a la agricultura, recreación y turismo. El porcentaje de área construida alrededor del campus en un cuadrado de 1 km² es del 8%, por lo que se puede clasificar como un área rural (Marzluff *et al.*, 2001). Sin embargo, el campus está bajo una considerable influencia de la ciudad por su

cercanía al núcleo urbano municipal y la actividad de la Universidad, por lo que el área puede considerarse entre rural y exurbana. La zona solía estar dominada por bosque húmedo tropical mezclado con sabanas naturales a comienzos del siglo XX (Bates, 1948; Boshell, 1938), pero hoy la mayoría de las áreas con cobertura arbórea corresponden a zonas plantadas o a bosques manejados de regeneración secundaria. Así, el campus es un mosaico de áreas construidas con edificios y vías, áreas dedicadas a actividades agropecuarias (cultivos, pastizales, estanques piscícolas), y plantaciones de árboles en cercas vivas y zonas arboladas (Figura 1). Información adicional sobre el campus y las especies de árboles que allí están presentes se puede encontrar en Avendaño *et al.*, (2018).

Refugios de los murciélagos. Realizamos recorridos diurnos en busca de refugios en todo el campus. Adicionalmente, entrevistamos a trabajadores de la Universidad, sobre la presencia de murciélagos en los edificios. En cada refugio medimos cobertura del dosel, altura al sitio de percha, distancia al poste de luz más cercano al refugio, y número de murciélagos. La cobertura del dosel la medimos por medio de la aplicación Android HabitApp versión 1.1., tomando cuatro puntos a una distancia de 6 m del refugio, y en cada punto estimamos la cobertura en fotografías tomadas apuntando hacia el cielo, y calculamos el valor promedio. Medimos la altura de percha con varas aforadas y registramos la longitud desde el piso hasta la zona utilizada por los murciélagos y usamos un decámetro para medir la distancia al poste de luz más cercano al refugio. Realizamos conteos directos del número de individuos en cada refugio, asignando el número máximo de animales registrados cada mes entre septiembre de 2015 y marzo de 2016. Es decir, desde fines de la temporada de lluvias, hasta el inicio de la nueva temporada de lluvias del año (Minorta-Cely y Rangel-Ch., 2014). En los refugios capturamos murciélagos con redes de niebla o una red manual, para su identificación y luego los ubicamos de vuelta en el sitio de captura. Para todos los individuos capturados medimos la longitud total, longitud de cola, longitud del antebrazo, longitud de la oreja, longitud de la tibia-pie y masa corporal. Adicional a esto, determinamos el sexo y las coordenadas del refugio. Para la identificación de los murciélagos usamos literatura especializada, (e.g., Díaz *et al.*, 2011; Gardner, 2007).

Análisis estadísticos. Por el número de datos disponibles, sólo pudimos explorar estadísticamente la relación entre las variables medidas de los refugios y el número de individuos de *Saccopteryx leptura* (Schreber, 1774). Para ello utilizamos correlaciones no paramétricas de Spearman (Zar, 2010), con $\alpha=0,05$.



Figura 1. Edificios usados como refugios por murciélagos en el campus de la Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. Las abreviaturas corresponden a las presentadas en la Tabla 1. En color amarillo se muestran los refugios de *Saccopteryx leptura*, y en rojo los refugios de las demás especies encontradas. Se incluye en el inserto una imagen más alejada del campus para observar el contexto rural-exurbano. Imagen descargada de Google Earth, 24 de febrero de 2019.

Resultados

Encontramos un total de 15 refugios, distribuidos en 13 edificios del campus, usados por cuatro especies de murciélagos de tres familias. Siete refugios fueron usados por *S. leptura*: familia Emballonuridae; cuatro por *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758): familia Phyllostomidae, subfamilia Carollinae; tres por *Molossus molossus* (Pallas, 1766): familia Molossidae; y dos por *Phyllostomus elongatus* (Geoffroy, 1810): familia Phyllostomidae, subfamilia Phyllostominae (Tabla 1). Los refugios se encontraron dentro de las edificaciones en ocho casos. De éstos, cinco estaban en sitios con cielo raso (salones de clase, baño, oficinas). De los refugios encontrados en el exterior de los edificios, cuatro estaban al descubierto, y tres estaban ocultos por elementos como un tablero (en uno de los casos), y por sistemas de aire acondicionado. Se registraron un número de individuos dentro de los refugios entre uno y 20 aproximadamente. La altura de los sitios de percha varió entre 1.83 m y 13.5 m de altura; mientras que la cobertura del dosel varió entre 22.75% y 87.5%, y la distancia a postes de luz varió entre 3.5 m y 39.92 m.

Saccopteryx leptura. Los refugios estaban poco ocultos o expuestos, por lo que era fácil la observación de los individuos (Figura 2). Los murciélagos se perchaban en las paredes o en la parte trasera de aires acondicionados ubicados por fuera de salones de clase, en sitios con sombra, o cuartos abandonados. En los refugios, el número de individuos fluctuó entre dos y ocho, y la altura del sitio de percha fue de máximo 6.5 m. También, el porcentaje de cobertura del dosel en los refugios usados por esta especie varió entre 31.5% y 87.5% (Tabla 1). Hubo una correlación positiva entre la altura al sitio de percha y la cantidad de *S. leptura*, pero que no fue significativa (Spearman rho [S_r] = 0.739; $P=0.058$; Figura 3), mientras que si hubo una correlación positiva y significativa entre la distancia a la luminaria más cercana y el número de individuos en el refugio ($S_r = 0.829$, $P=0.021$; Figura 3). No hubo una correlación significativa entre la abundancia de murciélagos y la cobertura de dosel ($S_r = 0.414$; $P=0.355$).

Carollia perspicillata. Uno de los refugios era un baño que tenía un techo alto y las paredes daban hacia el exterior, con espacio para entrar y salir entre las tejas. En

Tabla 1. Refugios usados por murciélagos. Relación de variables medidas para los edificios usados como refugios y las especies de murciélagos encontradas haciendo uso de estos. Indiv. = número de individuos observados.

Especie	Refugio	Altura (m)	Indiv.	Cobertura dosel (%)	Distancia a poste (m)
<i>Molossus molossus</i> - <i>Carollia perspicillata</i>	CD	13.5	>20	52.75	9.0
<i>Molossus molossus</i>	TA	2.7	2	47.33	7.0
<i>Molossus molossus</i>	FCBI	12	2	64.0	4.9
<i>Carollia perspicillata</i>	EAE314	10.5	5	61.50	3.5
<i>Carollia perspicillata</i>	BB	7	14	75.50	11.7
<i>Carollia perspicillata</i>	EAE315	10.5	8	61.50	11.5
<i>Phyllostomus elongatus</i>	COL	6.2	1	22.75	19.5
<i>Phyllostomus elongatus</i>	ESCA	5.4	1	54.67	5.8
<i>Saccopteryx leptura</i>	AA2	3.02	2	54.0	10.32
<i>Saccopteryx leptura</i>	AA1	3	2	52.25	12.53
<i>Saccopteryx leptura</i>	ALM	6.5	4	87.50	39.92
<i>Saccopteryx leptura</i>	AD	4.35	8	38.75	31.52
<i>Saccopteryx leptura</i>	RB	1.83	1	28.50	7.80
<i>Saccopteryx leptura</i>	VC	6.20	5	72.75	22.85
<i>Saccopteryx leptura</i>	POSG	2.92	3	60.75	11.94

CD: Centro de documentación; AD: Oficina de admisiones; TA: Tablero de salón de clase; COL: Coliseo; FCBI: Oficina de Facultad; EAE314 Y EA315: Salones de clase; AA1 y AA2: Aires acondicionados externos a aulas de clase; ALM: Oficina de Almacén; ESCA: escaleras edificio administrativo; RB: Cuarto de almacenaje; BB: Baño de la biblioteca; VC: Vicerrectoría Académica; POSG: Salón de labores administrativas.

los otros tres sitios los edificios presentaron cielos rasos que formaban bóvedas con escasa entrada de luz, y donde los murciélagos se perchaban de los ladrillos o de vigas de concreto (Figura 4B). Las láminas de esos cielos rasos eran de fibra de vidrio y cubiertas de una película de PVC, que actuaba como aislante térmico y acústico. Evidenciamos una colonia de más de diez individuos en un refugio, y allí compartía refugio con el murciélago insectívoro *M. molossus*. En ese refugio observamos también una hembra de *C. perspicillata* con su cría (Figura 4C).

***Phyllostomus elongatus*.** Los edificios con esta especie estaban rodeados de árboles, y había cerca lámparas de luz, y alta ventilación. En el suelo de los refugios encontramos heces con semillas y restos de insectos. Esto corresponde con la idea de que las especies del género *Phyllostomus* son omnívoras, aunque se ha sugerido que esta especie es altamente insectívora (Gardner 1977; Ascorra *et al.*, 1996). Una edificación correspondía a un coliseo deportivo, y el otro refugio se encontraba en la entrada de una oficina administrativa. Los refugios eran de fácil acceso y expuestos, y allí

se registró sólo un individuo en cada uno (Figura 4H). Los refugios no fueron usados de manera regular por estos murciélagos durante el período de observación.

***Molossus molossus*.** Como se indicó, un refugio con cielo raso fue compartido con *C. perspicillata*. También encontramos esta especie detrás de un tablero ubicado en la pared exterior de un salón, con una entrada estrecha, poca luz, y a menos de 2,5 m de altura (Figura 4E). En otro edificio de cuatro pisos con oficinas de uso diario, encontramos cuatro individuos ocupando el penúltimo piso, y cuatro individuos en el último piso. En este edificio, los murciélagos estaban perchados en vigas de concreto, en bóvedas formadas entre el cielo raso y el techo (Figura 4F).

Discusión

Nuestros resultados muestran la capacidad de adaptación de varias especies de murciélagos a los ambientes rurales-exurbanos en el piedemonte llanero. Todas las especies encontradas en refugios dentro del campus han sido previamente reportadas en edificios, y otros



Figura 2. Edificios usados como refugios por *Saccopteryx leptura* en el campus Barcelona de Unillanos. **A).** AA1. **B).** Individuo perchado en aire acondicionado. **C).** AA2. **D).** POSG. **E).** AD. **F).** Individuos de encontrados en AD. **G).** ALM. **H).** RB. **I).** VC. Las abreviaturas corresponden a las usadas en Tabla 1. Las flechas indican el sitio de percha de los murciélagos.

tipos de refugios artificiales. Algunos Emballonuridae como *S. leptura*, parecen ser tolerantes a zonas urbanas, y se han reportado en el interior y exterior de edificaciones (Bradbury y Emmons, 1974; Tannenbaum, 1975). En Cali esta especie ha sido encontrada también en muros exteriores de edificios y casas de madera, y en medio de hojas secas de palma en cabañas (Alberico et al., 2005). Así, las construcciones de super-

ficies con paredes con terminados rústicos y rugosos tienen lo suficiente para reemplazar las superficies de cortezas de árboles que usualmente usa *S. leptura* en ambientes boscosos. También, nuestro análisis sugiere que entre más cerca está el sitio de percha a una lámpara de luz, éste puede soportar menos individuos. Esto contrasta con lo que esperábamos, pues al parecer la cercanía de lámparas de luz no parece incremen-

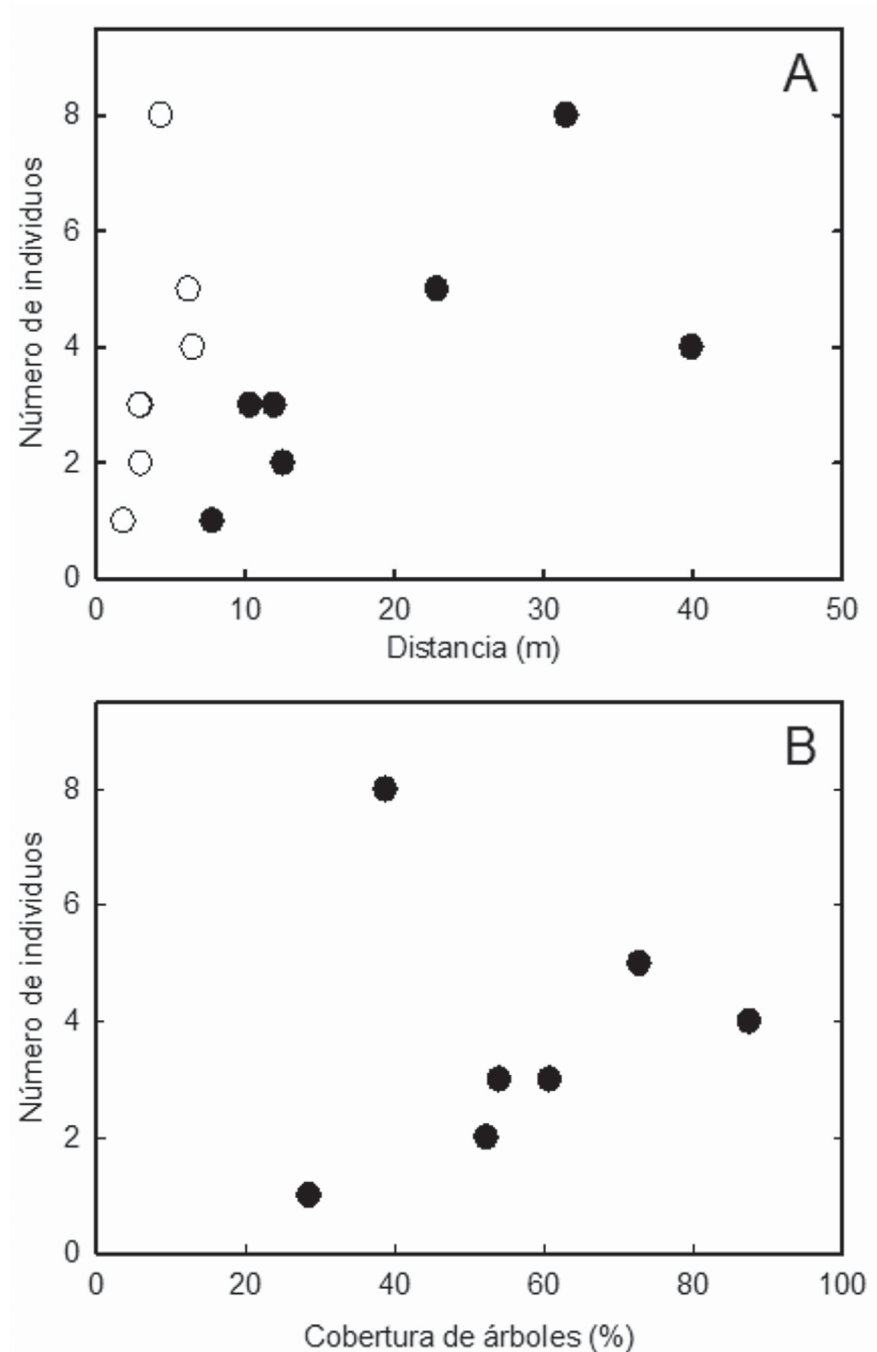


Figura 3. Asociación entre el número de individuos de *Saccopteryx leptura* y variables ambientales tomadas en los edificios usados como refugio en el campus de la Universidad de los Llanos, Villavicencio. A) Variación de número de individuos respecto a la distancia a lámparas de luz (puntos negros) y a la distancia suelo-percha o altura a la percha (puntos blancos). B) Variación de número de individuos y la cobertura de árboles.

tar el valor de los refugios al ser potenciales parches de forrajeo (Rydel, 1992). Los sitios más cercanos a las lámparas probablemente están más iluminados, lo que hace que sean de menor calidad porque al incrementarse el tamaño del grupo podría hacerse su presencia más obvia a depredadores orientados visualmente.

También, parece haber una relación positiva entre la altura del sitio de percha y el número de individuos, lo que probablemente implique mayor seguridad para los murciélagos. La elección de sitios más altos también se ha relacionado con refugios de maternidad (Lumsden, 2002), y se han observado hembras preña-



Figura 4. Edificios usados como refugios por *Carollia perspicillata*: A). BB; B). Rascacielo usado como refugio en BB; C). Madre y cría en CD; D). Salones AE314 y AE315. Refugios usados por *M. molossus*: E). TB. F). FCBI. Refugios usados por *P. elongatus*: G). ESCA; H). Individuo perchado en COL; I). COL. Las abreviaturas corresponden a las usadas en la Tabla 1. Las flechas indican el sitio de percha de los murciélagos.

das en algunos de los refugios más altos. Sin embargo, es necesario incrementar el esfuerzo de muestreo para determinar si realmente existe un efecto. También es necesario hacer un seguimiento más detallado de los otros refugios en diferentes épocas del año, para verificar si los más altos tienen mayor probabilidad de ser usados para tener crías.

En general, los resultados sugieren que *S. leptura* selecciona los sitios donde descansa en el día en el campus. Además, los grupos de *S. leptura* variaron entre dos y ocho individuos, y dada la estabilidad de los grupos reportada para la especie (Nagy *et al.*, 2007), el campus se convierte en un escenario apropiado para en el

futuro evaluar las complejas interacciones sociales en esta especie.

Por otra parte, *C. perspicillata* es común en ambientes neotropicales con alta intervención humana, aunque parece que su presencia se reduce al pasar de ambientes rurales a urbanos (Bredt et al., 2012; Ramírez-Chaves et al., 2008). Se ha encontrado tanto en refugios naturales como artificiales, como en edificios, cuevas, o alcantarillas (Kunz, 1982), con tendencia a preferir refugios en cavidades de ramas o al interior de árboles bien protegidos (Ortiz, 2006). Esta especie puede recoger frutos para luego consumirlos en un refugio (Charles, 1991), lo que concuerda con nuestras observaciones de abundantes semillas en las paredes cercanas a los refugios usados por *C. perspicillata*. Como en otros estudios (Ortiz, 2006; Díaz, 2012), esta especie se encontró con otras especies, como en el refugio compartido con *M. molossus*. Compartir el refugio puede brindar beneficios como la reducción del costo de termorregulación, importante en hembras reproductivas, para evitar el retraso en el desarrollo de las crías (Díaz, 2012). Durante el estudio encontramos una hembra con cría, pero son necesarias observaciones durante la época de lluvias más intensas, cuando las temperaturas podrían ser más bajas. La presencia de *C. perspicillata* en el campus puede ser favorecida por la disponibilidad de sitios de descanso, y por la presencia de plantas exóticas con frutos carnosos (e.g., banano, guayaba y mango), y plantas de regeneración temprana. Entre las últimas se destacan plantas de los géneros *Piper* y *Vismia*, que se observan con regularidad en algunos sectores del campus, y que son conocidas en la dieta de este murciélago (Bredt et al., 2012; Fleming, 1988; Lobova et al., 2009).

Las especies del género *Phyllostomus* pueden formar harems o ser solitarias, y ocupan un refugio temporalmente, ya que sus hábitos alimentarios no les permiten permanecer en un mismo sitio por tiempos prolongados (Solari, 2015). Esto concuerda con la observación de sólo un individuo de *P. elongatus* en cada uno de los edificios usados en el campus. Durante el estudio observamos *P. elongatus* usando los edificios, y parece que los usaban como sitios para consumir sus presas pues eran abundantes las partes de artrópodos debajo del sitio de percha. La especie se ha registrado principalmente en huecos dentro de árboles, pero también en plantaciones, cuevas y edificios (Suárez et al., 2009; Días y Linares, 2012).

Los refugios de *M. molossus* variaron considerablemente en altura del sitio de percha, cobertura de árboles, distancia a postes de luz, y al tipo de refugio. Además, encontramos desde dos hasta ~20 individuos. Varios

estudios registran esta especie como una de las más frecuentes en edificaciones de Colombia (Alberico et al., 2005; Ramírez-Chaves et al., 2008; Sampedro y Martínez, 2009). Se le ha reportado en desvanes y grietas paralelas a fachadas de edificios, y en el interior de construcciones voluminosas, como puentes, bodegas, entre otros (Alberico et al., 2005). Esta especie puede ser portadora de virus como la rabia en Colombia (Núñez et al., 2012), por lo que deben tenerse consideraciones de manejo especiales para evitar situaciones de riesgo zoonótico.

Nuestros resultados ponen en evidencia múltiples posibilidades para el estudio y aprovechamiento de los murciélagos del campus. Debemos resaltar que hace falta explorar más características de los refugios y sus alrededores, así como las características morfológicas, fisiológicas y comportamentales de los murciélagos, para entender mejor por qué las cuatro especies encontradas pueden aprovechar estos espacios. También, hay que tener en cuenta que la presencia de murciélagos cerca al ser humano puede tener ventajas y desventajas. Las especies encontradas en el campus pertenecen a dos grupos tróficos: insectívoros, como *S. leptura*, *M. molossus*, y *P. elongatus*; y frugívoros como *C. perspicillata*. Por lo anterior, estos murciélagos pueden asociarse a servicios ecosistémicos, i. e., beneficios para los humanos (Daily et al., 2000). En efecto, se ha resaltado recientemente los potenciales beneficios de tener una rica diversidad de murciélagos en Villavicencio (Sánchez, 2017). Las especies insectívoras son voraces consumidores y reguladores de poblaciones de insectos plaga o que pueden ser vectores de enfermedades tropicales (Kunz et al., 2011). Por otra parte, las especies frugívoras tolerantes a las perturbaciones humanas como *C. perspicillata*, ayudan a mantener la dispersión de semillas en ambientes alterados (Medellín et al., 2000; Schulze et al., 2000).

Se ha demostrado que especies insectívoras y frugívoras, pueden alojar virus y constituirse en reservorios de enfermedades (Daszak et al., 2000; Calisher et al., 2006; Bastiani et al., 2012), aunque la incidencia de estas enfermedades parece ser muy baja (Wells et al., 1981). La transmisión de virus de murciélagos a humanos no sólo puede darse a través del contacto directo, sino que también, potencialmente por la inhalación de partículas infecciosas, provenientes de secreciones como saliva, o del guano de los murciélagos que puede contener hongos del género *Histoplasma* (Voigt et al., 2016). La histoplasmosis solía considerarse un problema rural; ahora, se presentan brotes en zonas urbanas debido a las construcciones hechas en sitios con presencia de murciélagos, que, por la fragmentación y pérdida de bosques, usan edificios como refugio (Ber-

nhard, 1998; Deepe, 2000). Por ello, la cercanía de refugios de murciélagos a los sitios donde trabajan los humanos puede traer conflictos entre ellos. Deberían considerarse alternativas de manejo que incluyan ahuyentar a los murciélagos de los sitios frecuentemente visitados por los humanos, complementando esta estrategia con la adición de refugios artificiales para mantener los beneficios asociados a los murciélagos (Tuttle *et al.*, 2004).

El uso de refugios artificiales es una estrategia adaptada en diversas partes del mundo. En España se han usado refugios artificiales para murciélagos en sitios naturales, casas y postes, siendo estos dos últimos los más ocupados, en especial por las hembras en época reproductiva (Flaquer *et al.*, 2005). Ruegger (2016) recopiló alrededor de 109 estudios, 76 provenientes de Europa, 17 de Norte América, 13 de Australia y 3 de Asia. Todos ellos mencionan que diferentes especies de murciélagos son capaces de emplear refugios artificiales. Por ello, esta alternativa debe ser considerada en planes de manejo y conservación de murciélagos urbanos (Díaz y Linares, 2012). Un estudio en Costa Rica ha cuestionado la efectividad de los refugios para atraer especies frugívoras e incrementar la dispersión de semillas (Reid *et al.*, 2013). Sin embargo los autores resaltan que su caso puede relacionarse con condiciones particulares del sitio y las características del refugio usado. En la Orinoquia colombiana se han hecho ensayos iniciales que sugieren que algunas especies de murciélagos son capaces de utilizar refugios artificiales (Casallas-Pabón, 2016). Así, es limitada la información disponible sobre el uso de refugios artificiales, pero con base en nuestros resultados sugerimos deben hacerse ensayos para probar diferentes modelos de refugios, con diferentes niveles de iluminación y a diferentes alturas.

Agradecimientos

Gracias a los funcionarios de la Universidad que ayudaron brindando información sobre los murciélagos y permitieron acceso a los refugios. A Dinesh Rao y Nicolás Baldrich por las correcciones al resumen en inglés y portugués, respectivamente. Dos evaluadores anónimos también hicieron comentarios que ayudaron a mejorar el documento. El trabajo se realizó bajo el permiso Resolución 0375 del 06 de abril de 2016 de la ANLA. Esta es la publicación número 007 del Museo de Historia Natural-Unillanos.

Referencias

Aguirre LF, Lens L, Matthyssen E. Patterns of roost use by bats in a neotropical savanna: implications for conservation. *Biol Conserv.* 2003;111:435-443.

Alberico M, Saavedra CA, García-Paredes H. Criterios para el diseño e instalaciones de casas para Murciélagos: Proyecto CPM (Cali, Valle del Cauca, Colombia). *Actu Biol.* 2004;26(80):5-11.

Alberico M, Saavedra CA, García-Paredes H. Murciélagos caseros de Cali (Valle del Cauca - Colombia). *Caldasia.* 2005;26(80):5-11.;27:117-126.

Ascorra CF, Solari T, Wilson DE. 1996. Diversidad y ecología de los quirópteros en Pakitza. *En: Wilson DE, Sandoval A (Editores), Manu. The biodiversity of Southeastern Peru. Editorial Horizonte. Lima. Pp. 593-612.*

Avenidaño JE, Tejero-M N, Díaz-Cárdenas J, Amaya-Bustos JJ, Apon-te AF, Gamboa N, Morales-Rozo A. Birds of Universidad de los Llanos (Villavicencio, Colombia): a rich community at the Andean foothills-savanna transition. *Bol Cient Mus Hist Nat.* 2018;22(2):51-75.

Bastiani CE, Ramírez NN, Alegre EA, Ruiz RM. Identificación y caracterización de refugios de quirópteros en la Ciudad de Corrientes, Argentina. *Revista Veterinaria.* 2012;23(2):104-109.

Bates M. Climate and vegetation in the Villavicencio region of eastern Colombia. *Geogr Rev.* 1948;38(4):555-574.

Bernhard LW. 1998. Histoplasmosis. *En: Feigin RD, Cherry JD (Editores). Textbook of Pediatric Infectious Disease. 4 ed, Philadelphia; W.B. Saunders Company. Pp. 2337-2350.*

Boshell J. Informe sobre la fiebre amarilla silvestre en la región del Meta, desde julio de 1934 hasta diciembre de 1936. *Revista de la Facultad de Medicina.* 1938; 6:407-427.

Bradbury JW, Emmons L. Social organization of some Trinidad bats. *Z Tierpsychol.* 1974;36:137-183.

Bredt A, Uieda W, Pedro WA. 2012. *Plantas e morcegos na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana.* Rede de Sementes do Cerrado, Brasília D.F., Brasil, p. 276.

Calisher CH, Childs JE, Field HE, Holmes KV, Schountz T. Bats: important reservoir hosts of emerging viruses. *Clin Microbiol Rev.* 2006;19(3):531-545.

Casallas-Pabón D. 2016. *Estrategias para la restauración ecológica de bosques tropicales mediante la dispersión de semillas por murciélagos frugívoros.* Tesis doctoral. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia, p.192.

Chacón-Pacheco J, Vilorio-Rivas J, Ramos-Madera C. Murciélagos asociados al campus de la Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. *Rev Colombiana Cienc Anim.* 2017;9(1):25-30.

Charles-Dominique P. Feeding Strategy and activity budget of the frugivorous bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera:Phyllostomidae) in French Guiana. *J Trop Ecol.* 1991;7:243-256.

Cortés-Delgado N, Jiménez-Ferbans L. Descripción de un refugio usado por *Phyllostomus hastatus* (Chiroptera:Phyllostomidae) en la Serranía del Perijá, La Guajira, Colombia. *Ciencia e Ingeniería.* 2014;1(2):10-14.

Daily GC, Söderqvist T, Aniyar S, Arrow K, Dasgupta P, Ehrlich PR, Walker B. The value of nature and the nature of

- value. *Science*. 2000;289(5478):395-396. DOI: 10.1126/science.289.5478.395
- Daszak P, Cunningham AA, Hyatt AD. Emerging infectious diseases of wildlife-threats to biodiversity and human health. *Science*. 2000;287(5452):443-449. DOI: 10.1126/science.287.5452.443
- Deepe GS. 2000. *Histoplasma capsulatum*. En: Mandell GL, Dolin R, Bennett JE (Editores). Principles and Practice of Infectious Diseases, 5 ed. Philadelphia; Churchill Livingstone. P.p. 2718-2733.
- Díaz MM, Aguirre LF, Barquez RM. 2011. *Clave de identificación de los murciélagos del cono sur de Sudamérica*. Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada, Cochabamba, Bolivia, p.94.
- Díaz MM, Linares-García VH. Refugios naturales y artificiales de murciélagos (Mammalia:Chiroptera) en la selva baja en el Noroeste de Perú. *Gayana*. 2012;76(2):117-130
- Erkert HG. Sunset-related timing of flight activity in Neotropical bats. *Oecologia*. 1978;37(1):59-67. Doi: 10.1007/BF00349991.
- Flaquer C, Torre I, Ruiz-jarillo R. The value of bat-boxes in the conservation of *Pipistrellus pygmaeus* in wetland rice paddies. *Biol Conserv*. 2007;128:223-230.
- Fleming TH. 1989. *The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions*. The University of Chicago Press, Chicago, p. 356.
- Gardner AL. 1977. Feeding habits. En: Baker RJ, Jones JK, Jr., Carter DC. (Editores.). *Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae*. Special Publications, The Museum, Texas Tech University. Lubbock, Texas, USA. p. 293-350.
- Gardner AL. 2007. *Mammals of South America. Vol. 1: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. The University of Chicago Press, Chicago, p.690.
- Kunz TH. 1982. Roosting ecology of bats. En: Kunz TH (editor). *Ecology of bats*. Plenum, New York. Pp. 1-55.
- Kunz TH, Fenton MB. 2003. *Bat ecology*. University of Chicago Press. Chicago, USA, p.779.
- Kunz TH, Braun de Torrez E, Bauer D, Lobova T, Fleming TH. Ecosystem services provided by bats. *Ann N Y Acad Sci*. 2011;1223:1-38. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x
- Lobova TA, Geiselman CK, Mori SA. 2009. Seed dispersal by bats in the Neotropics. *Mem N Y Bot. Gard*. Pp. 471.
- Lumsden LF, Bennett AF, Silins JE. Selection of roost sites by the lesser long-eared bat (*Nyctophilus geoffroyi*) and Gould's wattled bat (*Chalinolobus gouldii*) in south-eastern Australia. *J Zool*. 2002;257(2):207-218. doi:10.1017/S095283690200081X
- Marzluff JM, Bowman R, Donnelly R. 2001. A historical perspective on urban bird research: trends, terms, and approaches. En: Marzluff JM, Bowman R, Donnelly R (Editores). *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Kluwer Academic. Norwell, MA. P.p.1-17.
- Medellín RA, Equihua M, Amin MA. Bat Diversity and Abundance as Indicators of Disturbance in Neotropical Rainforests. *Conserv Biol*. 2000;14:1666-1675.
- Minor-Cely V, Rangel-Ch. JO. 2014. El clima de la Orinoquia colombiana. En: J. O. Rangel-Ch. (Editores). *Colombia Diversidad Biótica XIV: la región de la Orinoquia de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.Pp. 207-236.
- Nagy M, Heckel G, Voigt CC, Mayer F. Female-biased dispersal and patrilocal kin groups in a mammal with resource-defence polygyny. *Proc R Soc B*. 2007;274:3019-3025. doi:10.1098/rspb.2007.1008
- Núñez C, Páez A, Hernández C, Escobar H, Bonelo A. Transmisión del virus de la rabia entre murciélagos urbanos del departamento del Valle del Cauca, Colombia, 1999-2008. *Infectio*; 2012;16(1):23-29. doi.org/10.1016/S0123-9392(12)70054-1
- Ortiz-Ramírez D, Lorenzo C, Naranjo E, León-Paniagua L. Selección de refugios por tres especies de murciélagos frugívoros (Chiroptera: Phyllostomidae) en la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Rev Mex Biodivers*. 2006;77:261-270.
- Patterson BD, Dick CW, Dittmar K. Roosting habits of bats affect their parasitism by bat flies (Diptera: Streblidae). *J Trop Ecol*; 2007;23:177-189.
- Ramírez-Chaves HE, Pérez W, Ramírez-Mosquera J. Mamíferos presentes en el municipio de Popayán, Cauca-Colombia. *Universidad de Caldas. Bol Cient Mus His Nat*; 2008;12:65-89.
- Rodríguez-Herrera B, Medellín RA, Gamba-Rios M. Roosting requirements of white tent-making bat *Ectophylla alba* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Acta chiropterol*. 2008;10(1):89-95.
- Reid JL, Holste EK, Zahawi RA. Artificial bat roosts did not accelerate forest regeneration in abandoned pastures in southern Costa Rica. *Biol Conserv*. 2013;167:9-16.
- Ruczynski I, Bogdanowicz W. Roost Cavity Selection by *Nyctalus noctula* and *N. leisleri* (Vespertilionidae, Chiroptera) in Białowieża Primeval Forest, Eastern Poland. *J Mammal*. 2005;86(5):921-930.
- Ruczynski I, Bogdanowicz W. Summer roost selection by tree-dwelling bats *Nyctalus noctula* and *N. leisleri*: a multiscale analysis. *J Mammal*. 2008;89(4):942-951.
- Ruegger N. Bat boxes: a review of their use and application, past, present and future. *Acta chiropterol*. 2016;18:279-299.
- Rydell J. Exploitation of insects around streetlamps by bats in Sweden. *Funct Ecol*. 2012;6(6):744-750.
- Rydell J, Bagre HJ. Bats and streetlamps. *Bats*. 2012; 14:10-13.
- Sampedro-Marín A, Martínez-Bravo CM, Otero-Fuentes YL, 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-Marín AC, Martínez CM. 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.
- Sánchez F. Murciélagos de Villavicencio (Meta, Colombia): evaluación preliminar de su diversidad trófica y servicios ecosisté-

- micos. *Bol Cient Mus Hist.* 2017;21:96-111. DOI: 10.17151/bccm.2017.21.1.8
- Schulze MD, Seavy NE, Whitacre DF. A comparison of the phyllostomid bat assemblages in undisturbed Neotropical forest and forest fragments of a flash-and-burn farming mosaic in Peten, Guatemala. *Biotropica.* 2010;31(1):174-184.
- Solari S. *Phyllostomus elongatus* The IUCN Red List of Threatened Species 2015; [Julio 24 de 2017] URL: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T17217A22135836>.
- Suárez-Villota E, Raser-Casarrubia J, Guevara G, Ballesteros J. Evaluación ecológica rápida de los quirópteros del parque ecológico de Montelíbano, Córdoba, Colombia. *Trop Conserv Sci.* 2009;2(4):437-449.
- Suárez-Payares LM, Lizcano DJ. Uso de refugios por tres especies de murciélagos filostómidos (Chiroptera: Phyllostomidae) en el Área Natural Única Los Estoraques, Norte de Santander, Colombia. *Mastozool Neotrop.* 2011;18:259-270..
- Tannenbaum BR. 1975. *Reproductive strategies in the white-lined bat.* Ph.D. thesis, Cornell University, Ithaca, New York.p. 220.
- Torres-Flores JW, López-Wilchis R. Condiciones microclimáticas, hábitos de percha y especies asociadas a los refugios de *Natalus stramineus* en México. *Acta Zool Mex.* 2010;26(1):191-213.
- Tuttle MD, Kiser M, Kiser S. 2004. *The bat house builder's handbook.* Austin, Texas, p. 34.
- Voigt CC, Phelps KL, Aguirre LF, Schoeman MC, Vanitharani J, Zubaid A. 2016. Bats and buildings: the conservation of synanthropic bats. *En: Voigt CC, Kingston T. (Editores). Bats in the anthropocene: conservation of bats in a changing world.* Springer Open. p. 427-462.
- Wells EA, D'Alessandro A, Morales GA, Angel D. Mammalian wildlife diseases as hazards to man and livestock in an area of the llanos orientales of Colombia. *J Wildl Dis.* 1981;17:153-162.
- Zar JH. 2010. *Biostatistical analysis.* 5th ed. Pearson Prentice Hall, New Jersey, p.944.

Catalina Pérez: <https://orcid.org/0000-0003-3083-6370>
 Karen Bernal: <https://orcid.org/0000-0003-1774-1932>
 Diana Ramírez: <https://orcid.org/0000-0001-9462-6132>
 Diana Buitrago: <http://orcid.org/0000-0001-7079-8597>
 Luiyer Ceballos: <https://orcid.org/0000-0001-9195-3357>
 Francisco Sánchez: <https://orcid.org/0000-0001-8826-5692>