

# MURCIÉLAGOS DE VILLAVICENCIO (META, COLOMBIA): EVALUACIÓN PRELIMINAR DE SU DIVERSIDAD TRÓFICA Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS\*

*Francisco Sánchez<sup>1</sup>*

## Resumen

En el Piedemonte llanero confluyen las regiones de los Andes y orinoquense, motivo por el cual es rico en biodiversidad; aunque aún faltan inventarios para la mayoría de las localidades. La información sobre la diversidad funcional y servicios ecosistémicos en sitios como Villavicencio (Meta, Colombia), que han sufrido intensos procesos de modificación del paisaje, es limitada. Se revisó la información publicada y disponible sobre los murciélagos de Villavicencio, hallando una alta diversidad taxonómica; se han encontrado al menos 62 especies de seis familias. Con base en el listado de especies, se infirió que todos los grupos tróficos conocidos para los murciélagos están representados en Villavicencio. El número de especies por grupo fue de: 22 frugívoros; 19 insectívoros aéreos; 6 omnívoros; 5 nectarívoros; 2 hematófagos; 1 piscívoro y 1 carnívoro. Lo anterior, sugiere que al menos entre frugívoros e insectívoros hay un número considerable de posibles redundancias ecológicas, lo que debe ayudar a la resiliencia de los ecosistemas del municipio. La mayoría de las publicaciones sobre murciélagos de Villavicencio se relacionan con su taxonomía, sistemática y evolución; no se encontraron publicaciones sobre su diversidad funcional o los servicios ecosistémicos que prestan. La notable degradación de los ecosistemas naturales de Villavicencio sugiere que han ocurrido extinciones locales de especies de murciélagos, por lo que se evaluaron las posibilidades para su conservación y los estudios que serían recomendables para lograr dicho propósito. Se resalta, particularmente, algunas especies con alta tolerancia a las perturbaciones y que deben estar brindando sus servicios ecosistémicos al día de hoy.

**Palabras clave:** Chiroptera, diversidad funcional, inventario, Orinoquia, Piedemonte llanero.

\* FR: 23-IX-16. FA: 18-X-16.

<sup>1</sup> Ph.D. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de Los Llanos, Villavicencio, Colombia. E-mail: [fasbos@gmail.com](mailto:fasbos@gmail.com).

## CÓMO CITAR:

SÁNCHEZ, F., 2017.- Murciélagos de Villavicencio (Meta, Colombia): evaluación preliminar de su diversidad trófica y servicios ecosistémicos. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas*, 21 (1): 96-111.

DOI: 10.17151/bccm.2017.21.1.8



## **BATS OF VILLAVICENCIO (META, COLOMBIA): PRELIMINARY ASSESSMENT OF THEIR TROPHIC DIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES**

### **Abstract**

The Andean foothills are at the intersection of the Andean and the Orinoquian regions, and therefore are biodiversity rich. The information about functional diversity and ecosystem services in areas such as Villavicencio (Meta, Colombia), which have undergone intense landscape transformations, is limited. The published, available information about Villavicencio bats was reviewed and a high taxonomic diversity was found with at least 62 species of six families. Based on the species listing it was inferred that all trophic groups known for bats are represented in Villavicencio. The number of species per group was: 22 frugivorous bats, 19 insectivorous bats, six omnivorous bats, five nectarivorous bats, two hematophagous bats, one piscivorous bat, and one carnivorous bat. This suggests that, at least for frugivorous and insectivorous species, there are many possible ecological redundancies which might help the ecosystem resiliency in Villavicencio. Most publications on Villavicencio's bats are about their taxonomy, systematics and evolution but no publications on their functional diversity or ecosystem services were found. The remarkable degradation of natural ecosystems in Villavicencio suggests that local extinctions have occurred, and therefore, possible strategies for the conservation of bats as well as the studies needed to achieve this goal were evaluated. Several species, which are tolerant to human perturbation, are highlighted since they currently may be providing ecosystem services.

**Key words:** Chiroptera, functional diversity, inventory, Orinoquia, Andean foothills.

### **INTRODUCCIÓN**

Los humanos dependemos de la naturaleza para sobrevivir, derivando de ello el concepto de servicios ecosistémicos; i.e., beneficios que recibimos los humanos de la naturaleza (DAILY et al., 2000; MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005). La pérdida de la biodiversidad implica no solo la pérdida de entidades taxonómicas, sino también la modificación o pérdida de funciones ecosistémicas que son indispensables para la provisión de recursos y para la supervivencia de la humanidad (NAEEM et al., 1999). Entender los efectos sobre la biodiversidad se ha vuelto un tema central para la propia supervivencia (WILSON, 1988; LOREAU et al., 2001), y se ha reconocido que la restauración o recuperación de servicios ecosistémicos es mucho más costosa que su conservación (FISHER et al., 2008).

En Colombia, entre las regiones biogeográficas con mayor biodiversidad están los piedemontes, ya que allí confluyen regiones biogeográficas distintas (HERNÁNDEZ-CAMACHO et al., 1992). Por ejemplo, el Piedemonte llanero reúne elementos de origen andino y orinoquense convirtiéndola en un área de alto interés desde el punto de vista biogeográfico (LYNCH et al., 1997; KATTAN et al., 2004). Paradójicamente, estas regiones se encuentran entre las más amenazadas del país debido a la transformación del paisaje (ETTER et al., 2006; SÁNCHEZ-CUERVO et al., 2012; ARMENTERAS et al., 2013). En el Piedemonte llanero, la expansión de la frontera agropecuaria, las explotaciones mineras y el crecimiento demográfico son las principales actividades que han transformado los ambientes naturales (ROMERO-RUIZ et al., 2012). En Villavicencio, capital del Meta, por ejemplo, los ambientes rurales y urbanos se han incrementado debido a diferentes bonanzas económicas durante los siglos XX y XXI. A su vez, poco se sabe sobre el estado de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que allí se encuentran (ORTIZ-MORENO & RODRIGUES-PIRES, 2014).

Los murciélagos prestan múltiples servicios ecosistémicos (BOYLES et al., 2011; KUNZ et al., 2011; MAINE & BOYLES, 2015), los cuales se relacionan con su diversidad trófica. Los murciélagos pueden controlar la abundancia de animales considerados plaga (CLEVELAND et al., 2006; TUTTLE & MORENO, 2007), polinizar o dispersar semillas de plantas económicamente importantes (KUNZ et al., 2011) y ayudar a la regeneración de los bosques al participar en el ciclo reproductivo de plantas pioneras (FLEMING, 1987; LOBOVA et al., 2009; BREADT et al., 2012). Algunas especies de murciélagos parecen ser abundantes en ecosistemas alterados, colaborando con el mantenimiento de funciones ecosistémicas (ALBERICO et al., 2005; SÁNCHEZ, 2011; BREADT et al., 2012). Por todo lo anterior, se examinó la composición de murciélagos conocidos para el municipio de Villavicencio con el fin de responder a dos preguntas: ¿cuál es la diversidad taxonómica y funcional de murciélagos en Villavicencio?, y ¿qué servicios ecosistémicos potenciales prestan los murciélagos allí? Adicionalmente, se hace una reflexión acerca del conocimiento disponible para direccionar el estudio y prácticas de conservación de los murciélagos en la capital del Meta.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Villavicencio es un municipio geográficamente complejo con ambientes andinos hacia el Occidente y llanuras hacia el Oriente (DÍAZ-MERLANO, 2004). Este municipio tiene un área de más de 131000 ha; se encuentra bajo la influencia de la Cordillera Oriental de los Andes, en donde dominaban los bosques húmedos que se extendían hasta aproximadamente 15-20 km de la base de la montaña y que continuaban hacia el Oriente como bosques de galería rodeados por sabana natural (BOSHELL

MANRIQUE, 1938; BATES, 1948). Incluye alturas entre los 250 hasta los 3700 m, tiene una temperatura del aire promedio anual de  $-27^{\circ}\text{C}$  en sus zonas más bajas y de  $-6^{\circ}\text{C}$  en las más altas (VILLAVICENCIO, 2013). Cerca de la cordillera la precipitación media es superior a los 4600 mm/año y alcanza valores inferiores a los 3000 al moverse hacia el Oriente (MINORTA-CELY & RANGEL-CH., 2014). A mediados del siglo XX, se incrementó la colonización de los Llanos y buena parte de ese proceso pasó por la capital del departamento del Meta. Hoy en día, Villavicencio tiene más de 460000 habitantes (VILORIA DE LA HOZ, 2009; VILLAVICENCIO, 2013).

### Listado de especies y hábitos alimentarios de los murciélagos

Se revisaron los listados de especies de Villavicencio disponibles en bases de datos en línea de las siguientes colecciones mastozoológicas de Colombia: Alberto Cadena García del Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia (ICN); Instituto Alexander von Humboldt (IAVH-M) y Pontificia Universidad Javeriana (MPUJ). Además, se utilizó la información disponible en las siguientes colecciones de Estados Unidos: American Museum of Natural History (AMNH); Field Museum of Natural History (FMNH) y United States National Museum of Natural History (USNM). Después se analizó el listado para eliminar registros identificados únicamente a nivel de género y para detectar la presencia de especies que no hayan sido registradas en la Orinoquia colombiana o en Colombia (GARDNER, 2007; MANTILLA-MELUK et al., 2009; SOLARI et al., 2013). Asimismo, en muestreos preliminares, se registraron algunas especies fácilmente reconocibles por características externas (DÍAZ et al., 2011) y que no estaban en las bases de datos. El listado de especies siguió la taxonomía presentada por GARDNER (2007) y BAKER et al. (2016). Luego se utilizó la literatura disponible (ARATA et al., 1967; GARDNER, 1977a; HUMPHREY et al., 1983) para organizar las especies en categorías tróficas (WILSON, 1973; SORIANO, 2000). La categorización se basó en los principales recursos alimentarios utilizados por los murciélagos, divididos en: carnívoros, consumen vertebrados terrestres regularmente; piscívoros, consumen principalmente peces; insectívoros aéreos, cazan insectos en el aire; insectívoros recolectores (*Insectivorous gleaners*), capturan invertebrados de superficies; frugívoros, consumen principalmente frutas; nectarívoros, consumen principalmente recursos florales como néctar, polen y/o pétalos; omnívoros, consumen regularmente varios de los alimentos mencionados. Estas categorías son segmentos de una variación continua, por lo que en algunas ocasiones son combinadas.

### Conocimiento de los murciélagos de Villavicencio

Se hizo varias búsquedas utilizando las palabras clave “murciélagos Villavicencio” o “bats Villavicencio” en Google Académico y Scopus, se examinaron las primeras 25 páginas en cada búsqueda. También se revisó la literatura citada en las publicaciones encontradas para identificar referencias adicionales. No se incluyeron publicaciones

que hacían referencia a la Orinoquia como región, por ser demasiado generales con respecto a los objetivos del trabajo (e.g., FERRER-PÉREZ et al., 2009).

## RESULTADOS

Se encontraron para Villavicencio 62 especies de murciélagos pertenecientes a seis familias (Tabla 1). Sin embargo, seis especies registradas en las bases de datos no tienen su presencia confirmada para la Orinoquia colombiana o para el país, por lo tanto no fueron tenidas en cuenta para determinar el número de representantes en las diferentes categorías tróficas para evitar sobreestimaciones.

**Tabla 1.** Lista preliminar de murciélagos de Villavicencio y sus hábitos alimentarios.

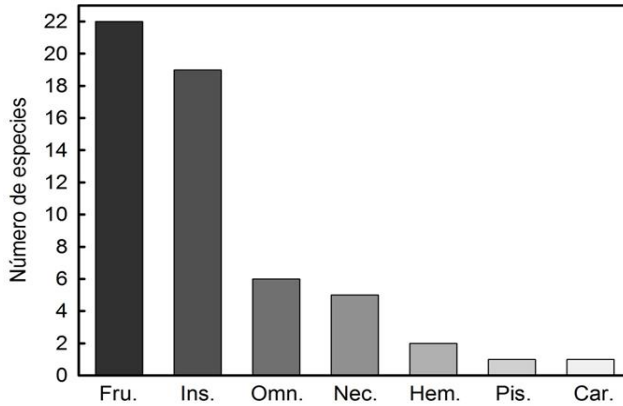
Especie	Hábitos alimentarios	Colección
<b>Familia Emballonuridae</b>		
<i>Cyttarops alecto</i>	Insectívoro aéreo	ICN
<i>Diclidurus albus</i>	Insectívoro aéreo	ICN
<i>Peropteryx macrotis</i>	Insectívoro aéreo	USNM, AMNH
<i>Saccopteryx bilineata</i>	Insectívoro aéreo	ICN
<i>Saccopteryx leptura</i>	Insectívoro aéreo	USNM
<b>Familia Noctilionidae</b>		
<i>Noctilio leporinus</i>	Piscívoro-insectívoro	Observación personal
<b>Familia Phyllostomidae — subfamilia Carollinae</b>		
<i>Carollia brevicauda</i>	Frugívoro	USNM, ICN
<i>Carollia castanea</i>	Frugívoro	MPUJ, USNM
<i>Carollia perspicillata</i>	Frugívoro	MPUJ, USNM, AMNH, ICN
<b>Familia Phyllostomidae — subfamilia Rhinophyllinae</b>		
<i>Rhinophylla pumilio</i>	Frugívoro	MPUJ
<i>Rhinophylla fischeriae</i>	Frugívoro	ICN
<b>Familia Phyllostomidae — subfamilia Desmodontinae</b>		
<i>Desmodus rotundus</i>	Hematófago	IAVH-M, USNM, ICN
<i>Diphylla ecaudata</i>	Hematófago	FMNH
<b>Familia Phyllostomidae — subfamilia Glossophaginae</b>		
<i>Anoura geoffroyi</i>	Nectarívoro	ICN
<i>Choeroniscus godmani</i>	Nectarívoro	ICN
<i>Glossophaga soricina</i>	Nectarívoro	USNM, AMNH

Especie	Hábitos alimentarios	Colección
<b>Familia Phyllostomidae — subfamilia Lonchophyllinae</b>		
<i>Lionycteris spurrelli</i>	Nectarívoro	IAVH-M
<i>Lonchophylla orienticollina</i>	Nectarívoro	ICN
<b>Familia Phyllostomidae — subfamilia Micronycterinae</b>		
<i>Micronycteris minuta</i>	Omnívoro-insectívoro recolector	USNM, ICN
<b>Familia Phyllostomidae — subfamilia Phyllostominae</b>		
<i>Gardnerycteris crenulatum</i> ***	Omnívoro-insectívoro recolector	ICN
<i>Phyllostomus discolor</i>	Omnívoro	USNM, AMNH, ICN
<i>Phyllostomus elongatus</i>	Omnívoro	ICN
<i>Phyllostomus hastatus</i>	Omnívoro	USNM, FMNH, ICN
<i>Tonatia bidens</i> **	Omnívoro	ICN
<i>Trinycteris nicefori</i>	Omnívoro	ICN
<i>Vampyrum spectrum</i>	Carnívoro	ICN
<b>Familia Phyllostomidae — subfamilia Stenodermatinae</b>		
<i>Artibeus concolor</i>	Frugívoro	MPUJ
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Frugívoro	MPUJ, IAVH-M, USNM, ICN
<i>Artibeus lituratus</i>	Frugívoro	MPUJ, USNM, FMNH, ICN
<i>Artibeus planirostris</i>	Frugívoro	MPUJ, ICN
<i>Dermanura cinerea</i> **	Frugívoro	USNM, ICN
<i>Dermanura glauca</i>	Frugívoro	MPUJ, USNM
<i>Dermanura phaeotis</i> *	Frugívoro	MPUJ, AMNH, ICN
<i>Platyrrhinus angustirostris</i>	Frugívoro	USNM
<i>Platyrrhinus brachycephalus</i>	Frugívoro	IAVH-M, USNM
<i>Platyrrhinus helleri</i>	Frugívoro	MPUJ, IAVH-M, USNM, AMNH, ICN
<i>Platyrrhinus infuscus</i>	Frugívoro	MPUJ, IAVH-M, USNM, FMNH, ICN
<i>Sturnira lilium</i> ****	Frugívoro	IAVH, USNM, ICN
<i>Sturnira bogotensis</i>	Frugívoro	USNM
<i>Sturnira luisi</i>	Frugívoro	USNM
<i>Sturnira tilda</i>	Frugívoro	USNM
<i>Uroderma bakeri</i>	Frugívoro	ICN
<i>Uroderma bilobatum</i>	Frugívoro	IAVH-M, USNM, ICN
<i>Uroderma magnirostrum</i>	Frugívoro	ICN
<i>Vampyressa thylene</i>	Frugívoro	MPUJ, USNM

Especie	Hábitos alimentarios	Colección
<b>Familia Thyropteridae</b>		
<i>Thyroptera discifera</i>	Insectívoro aéreo	ICN
<b>Familia Vespertilionidae</b>		
<i>Eptesicus brasiliensis</i>	Insectívoro aéreo	IAVH-M, USNM
<i>Eptesicus fuscus</i>	Insectívoro aéreo	ICN
<i>Lasiurus blossevillii</i>	Insectívoro aéreo	USNM, AMNH, ICN
<i>Myotis nigricans</i>	Insectívoro aéreo	FMNH, AMNH, ICN
<i>Myotis riparius</i>	Insectívoro aéreo	ICN
<i>Myotis simus*</i>	Insectívoro aéreo	IAVH
<i>Rhogeessa tumida*****</i>	Insectívoro aéreo	USNM
<b>Familia Molossidae</b>		
<i>Eumops glaucinus</i>	Insectívoro aéreo	ICN
<i>Eumops auripendulus</i>	Insectívoro aéreo	FMNH, AMNH
<i>Molossops temminckii</i>	Insectívoro aéreo	USNM
<i>Molossus bondae</i>	Insectívoro aéreo	ICN
<i>Molossus molossus</i>	Insectívoro aéreo	FMNH, AMNH, ICN
<i>Molossus currentium**</i>	Insectívoro aéreo	USNM
<i>Molossus pretiosus</i>	Insectívoro aéreo	USNM
<i>Molossus rufus*</i>	Insectívoro aéreo	IAVH-M, USNM, FMNH, ICN
<i>Molossus sinaloae*</i>	Insectívoro aéreo	USNM
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Insectívoro aéreo	ICN

Nota: \* Especie no registrada para el departamento del Meta según SOLARI et al. (2013) o MANTILLA-MELUK et al. (2009). \*\* Especie no registrada para Colombia según SOLARI et al. (2013) y/o GARDNER (2007). \*\*\* Antes pertenecía al género *Mimon* (HURTADO & PACHECHO, 2014). \*\*\*\* Probablemente *Sturnira parvidens*, pues *S. lilium* está limitada al escudo brasileiro (RAMÍREZ-CHAVES & SUÁREZ-CASTRO, 2014; VELAZCO & PATTERSON, 2014). \*\*\*\*\* Probablemente *Rhogeessa io* (BICKHAM & RUEDAS, 2007). Las siglas de las colecciones corresponden a las presentadas en los métodos.

El listado depurado de especies permitió reconocer que los grupos tróficos con mayor número de especies conocidas para Villavicencio son los frugívoros y los insectívoros aéreos con 22 y 19 especies, respectivamente (Figura 1). Los otros grupos tienen menos de siete especies cada uno.



**Figura 1.** Número de especies de murciélagos de Villavicencio (Meta, Colombia) por grupo trófico. Fru: frugívoros; Ins: insectívoros aéreos; Omn: omnívoros; Nec: nectarívoros; Hem: hematófagos; Pis: piscívoros; Car: carnívoros. Entre los omnívoros hay integrantes de las subfamilias Micronycterinae y Phyllostominae que regularmente recolectan presas de superficies.

Se encontraron 31 publicaciones sobre murciélagos de Villavicencio o en las que son tenidos en cuenta para el manejo de la biodiversidad en el municipio (Tabla 2). Todas las referencias encontradas datan del siglo XX o XXI. La mayoría de las referencias encontradas (14) se relacionan con la diversidad taxonómica, sistemática y evolución de los murciélagos. Nueve referencias están relacionadas con la distribución geográfica de los murciélagos y dos a la biología reproductiva de *Carollia perspicillata*. Una publicación sobre la fiebre amarilla en el Meta reporta un listado de mamíferos en los que se buscó evidencias de la enfermedad, incluyendo dos especies de murciélagos; dos resúmenes de congreso mencionan algunos parásitos de los murciélagos en Villavicencio. No se hallaron publicaciones relacionadas con diversidad funcional o en relación a los servicios ecosistémicos prestados por los murciélagos, aunque en dos publicaciones se relaciona el valor de un humedal con su fauna presente y allí se mencionan marginalmente a los murciélagos. También, una publicación analiza los árboles que deberían plantarse en Villavicencio y su utilidad para murciélagos nectarívoros y frugívoros.



**Tabla 2.** Referencias que mencionan a los murciélagos de Villavicencio.

Tema	Referencia
Biología reproductiva de <i>Carollia perspicillata</i>	(DE BONILLA & TURRIAGO, 1985; DE BONILLA & ROMERO, 1988)
Taxonomía, sistemática y evolución de los murciélagos	(BAKER & JORDAN, 1970; BAKER & BLEIER, 1971; MARINKELLE & CADENA, 1971; GARDNER, 1977b,c; WILLIAMS & GENOWAYS, 1980; ARNOLD et al., 1983; VELAZCO, 2005; HOOFFER & BAKER, 2006; DÁVALOS & CORTHALS, 2008; LIM et al., 2008; RODRÍGUEZ-POSADA & SÁNCHEZ-PALOMINO, 2009; VELAZCO et al., 2010; TAVARES et al., 2014)
Distribución geográfica	(HERSHKOVITZ, 1949; VALDIVIESO & TAMSITT, 1962; TAMSITT & VALDIVIESO, 1963; LEMKE et al., 1982; MANTILLA-MELUK et al., 2010; CALDERÓN & PACHECO, 2012; RODRÍGUEZ-POSADA & CÁRDENAS-GONZÁLEZ, 2012; MORALES-MARTÍNEZ & RAMÍREZ-CHAVES, 2015; CALDERÓN-CAPOTE et al., 2016)
Estudio sobre fiebre amarilla con reporte de murciélagos	(BOSHELL MANRIQUE, 1938)
Parásitos de los murciélagos	(BERNAL-LIZARAZO et al., 2015; GIL-AYALA et al., 2015)
Arborización (relación árboles-murciélagos)	(MOLINA-PRIETO & VARGAS GARZÓN, 2007)
Valoración de ecosistemas y su fauna	(GARCÍA-SUAZO & SILVA, 2014; FRANCO MONTENEGRO et al., 2015)

## DISCUSIÓN

El número de especies encontrado probablemente subestima la riqueza de este grupo en Villavicencio. No se hallaron Furipteridae o Mormoopidae, familias ampliamente distribuidas en el país y con representantes en otras zonas de la Orinoquía (PATTON & GARDNER, 2007; FERRER-PÉREZ et al., 2009; SOLARI et al., 2013). En las bases de datos hay especímenes identificados tan solo hasta género, por lo que no fue posible saber si correspondían o no a las especies ya incluidas. Varias especies no conocidas para Colombia o la Orinoquía colombiana aparecen en las bases de datos, lo que sugiere que análisis posteriores de los especímenes permitirán nuevos reportes para el municipio. A pesar de lo anterior, los resultados indican una alta diversidad

taxonómica de murciélagos tal como se esperaría para una zona neotropical altamente heterogénea en términos de relieve, clima y vegetación. La cantidad de especies es superior a la registrada para otras zonas del Piedemonte llanero como el municipio de Aguazul, Casanare, en donde se trabajó por más de 40 noches entre 191 y 1036 m de altitud (ESTRADA-VILLEGAS & RAMÍREZ, 2013). La riqueza en Villavicencio también es superior a la registrada en bosques de galería de la Sierra de La Macarena, en donde se trabajó por más de 30 noches entre 450 y 500 m s. n. m. (SÁNCHEZ-PALOMINO et al., 1993). La riqueza de murciélagos en Villavicencio es comparable con la de todo el departamento del Putumayo (66 especies), que también está bajo la influencia del Piedemonte pero en la Amazonia (RAMÍREZ-CHAVES et al., 2013).

Todos los grupos tróficos conocidos para los murciélagos están presentes en Villavicencio. Como ya se indicó, ni Furipteridae ni Mormoopidae fueron registradas y estas familias se alimentan obligatoriamente de insectos voladores. Entre las especies registradas en las bases de datos y cuya identificación está solo a nivel de género hay insectívoros, frugívoros y omnívoros. Esto sugiere que el muestreo por grupos tróficos requiere esfuerzos adicionales para completarse. Sin embargo, la proporción de especies en los grupos tróficos es similar a la encontrada en otras regiones neotropicales, en donde los grupos mejor representados son los frugívoros y los insectívoros aéreos (SORIANO, 2000). También es similar a la reportada para los bosques de galería de la Sierra de La Macarena, pero difiere en que allí están mejor representados los insectívoros recolectores que los aéreos (RIVAS-PAVA et al., 1996); probablemente, por el uso exclusivo de redes de niebla como método de muestreo (FLEMING et al., 1972). Así, aunque el muestreo de este estudio es incompleto, el análisis realizado permite una aproximación a la diversidad funcional de los murciélagos en Villavicencio. Los resultados sugieren que hay una alta posibilidad de encontrar redundancias ecológicas (WALKER, 1992); es decir, especies que cumplen la misma función, particularmente entre insectívoros aéreos y frugívoros. Algunos autores consideran que la riqueza de especies es fundamental para estudiar alternativas para mantener la funcionalidad de los ecosistemas, pues cada especie contribuye a la integridad de la biosfera; mientras que otros suponen esto irrelevante dado que es la biomasa de productores, consumidores y descomponedores la que permite la preservación de los bienes y servicios que soportan a los humanos (LAWTON & BROWN, 1994). Se ha argumentado que entre mayor el número de especies redundantes, mayor será la resiliencia del ambiente ante las perturbaciones (WALKER, 1992). La redundancia ecológica parece ser una característica crítica de los ecosistemas que debe ser preservada para garantizar el apropiado funcionamiento de los ecosistemas y el aprovisionamiento de bienes y servicios (NAEEM, 1998).

La mayoría de los estudios realizados sobre murciélagos en Villavicencio aportan información sobre su taxonomía, sistemática y evolución. Estos estudios y las colecciones disponibles en museos indican una alta riqueza de especies en Villavicencio.

Esto, a su vez, sugiere una alta diversidad funcional; aunque desafortunadamente no se encontró información publicada sobre este tema o sobre los servicios ecosistémicos que prestan los murciélagos. Por tanto, es obvia la necesidad de hacer más estudios sobre los murciélagos en Villavicencio. Este municipio tiene una alta riqueza de murciélagos, pero dicha riqueza está seriamente amenazada por la actividad humana. Villavicencio solía tener una considerable proporción de su territorio cubierta por bosques húmedos (BOSHELL MANRIQUE, 1938; BATES, 1948). Hoy, hay parches de bosque en áreas protegidas por encima de 500 m de altitud que deben ayudar a preservar las especies de murciélagos. Sin embargo, por debajo de esta altura hacia el Oriente, más del 80 % del bosque nativo de Villavicencio ha desaparecido y la reducción del área disponible debe asociarse con una reducción local de especies (ROSENZWEIG, 1995). Esto sugiere la desaparición local de varias especies de murciélagos. Cuando ocurren extinciones locales, la presencia de áreas que preservan biodiversidad puede compensar la pérdida (PRIMACK, 2006). Sin embargo, las áreas de reserva legalmente disponibles en Villavicencio no parecen funcionar adecuadamente para proteger su riqueza natural (ORTIZ-MORENO & RODRIGUES-PIRES, 2014). Por tanto, deben explorarse opciones para la conservación que incluyan el uso de tierras dedicadas a agroecosistemas tales como sistemas agroforestales o silvopastoriles en los que al menos una parte de la biodiversidad pueda preservarse o restaurarse (ERDMANN, 2005). La evidencia disponible indica que manejados de una forma apropiada, estos sistemas de producción pueden servir para la conservación de murciélagos (MAAS et al., 2015; RIPPERGER et al., 2015).

### ¿Por qué estudiar y conservar los murciélagos de Villavicencio?

Los murciélagos ayudan al mantenimiento de las funciones de los ecosistemas neotropicales y reaccionan a los cambios que ocurren en el ambiente (VAN DER PIJL, 1957; FENTON et al., 1992; FLEMING, 1993; PRESLEY et al., 2009). La riqueza de especies y el número de especies en grupos tróficos como los insectívoros aéreos y frugívoros permiten que los murciélagos sigan actuando en los altamente modificados ambientes de Villavicencio. En este sentido, adquieren importancia aquellas especies capaces de tolerarnos y resistir las profundas perturbaciones de ambientes como los urbanos. Entre estas especies encontramos los murciélagos *Saccopteryx leptura* y *Molossus molossus*, que aprovechan las construcciones humanas como refugio; estas son insectívoras, lo que sugiere que ayudan al control de insectos voladores. Con el crecimiento de la población humana se incrementa la importancia de aquellas especies que puedan controlar las poblaciones de especies transmisoras de enfermedades; por ello valdría la pena examinar, por ejemplo, si *S. leptura* y/o *M. molossus* podrían controlar las poblaciones de insectos que transmiten enfermedades como la fiebre chikungunya o el virus del Zika.

Villavicencio tiene una alta proporción de terrenos dedicados a cultivos (VILLAVICENCIO, 2013) y en el sur de Norte América se ha hecho evidente la

importancia económica de los murciélagos para el control de plagas agrícolas (CLEVELAND et al., 2006). Esto porque se estima que el valor de los murciélagos insectívoros está entre 3,7 y 53 mil millones de dólares al año para cultivos de algodón (BOYLES et al., 2011) y alrededor de mil millones de dólares para cultivos de maíz (MAINE & BOYLES, 2015). La alta diversidad de murciélagos insectívoros en Villavicencio implica un capital natural que no se ha aprovechado y que tiene como limitante un paisaje que ha sido profundamente transformado. Así, sería recomendable hacer evaluaciones de la dieta de los murciélagos insectívoros y generar estrategias de manejo para integrarlos a los procesos productivos para reducir costos de producción y apoyar el desarrollo de sistemas sustentables donde los murciélagos son aliados importantes de los agricultores. Una estrategia de manejo podría ser la adición de refugios para murciélagos insectívoros (LONG et al., 2006).

La alta estacionalidad de las precipitaciones en Villavicencio (MINORTA-CELY & RANGEL-CH., 2014) y el incremento de la población humana ha llevado a que en ciertos períodos del año escasee el agua (VILLAVICENCIO, 2013). Por tanto, existe la necesidad de incrementar las áreas de bosque. En este sentido, especies tolerantes como *Carollia perspicillata* o *Artibeus planirostris*, que son capaces de persistir en potreros con remanentes de bosque en Villavicencio (SÁNCHEZ, datos sin publicar), pueden ayudar a movilizar semillas desde y entre zonas con bosque (FLEMING, 1987). Para facilitar este proceso se podrían usar refugios artificiales que incrementen la lluvia de semillas por murciélagos en zonas de pastizales, incrementando así la velocidad de regeneración del bosque (KELM et al., 2008).

Algunos murciélagos como los vampiros comunes (*Desmodus rotundus*) pueden transmitir enfermedades como la rabia a animales domésticos y humanos, lo que genera conflictos con los murciélagos en general. Esto porque erróneamente se considera que todos los murciélagos son hematófagos, lo que causa la destrucción indiscriminada de sus refugios y su cacería, afectando a especies de diferentes grupos tróficos. Por tanto, es necesario implementar estrategias de control de vampiros específicas para el grupo (MAYEN, 2003). Además, se deben desarrollar estrategias de educación ambiental basadas en el entendimiento de los intereses de las personas de la región para que les permita reconocer los beneficios que reciben de los murciélagos (KINGSTON, 2016) e identificar apropiadamente a los hematófagos.

La evaluación presentada aquí es preliminar y sería ideal realizar análisis de las dietas de todos los murciélagos y su variación en el tiempo y espacio. Igualmente sería muy recomendable llevar a cabo muestreos en todo el municipio, pues los registros de las colecciones dan una idea de lo que había con anterioridad. Sin embargo, y dada la persistente transformación del paisaje en Villavicencio, sería importante reconocer la distribución de la oferta de servicios ecosistémicos y las especies que sobreviven. Esto ayudaría a entender qué tanta de la redundancia ecológica registrada aquí se

preserva y cómo varía con la heterogeneidad del municipio. Aprender más sobre la ecología e historia natural de los murciélagos, particularmente de los tolerantes a ambientes antropizados, debe ayudarnos a entender los servicios que nos prestan y como conservarlos.

## AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes del grupo de estudio “Mamíferos Silvestres-Unillanos” por su apoyo en el trabajo de campo. Este manuscrito deriva del proyecto “Diversidad funcional y servicios ecosistémicos de los murciélagos frugívoros e insectívoros en un paisaje de la Orinoquia”, C03-F02-31-2015, financiado por Unillanos. Dinesh Rao hizo correcciones al título y al resumen en inglés. Especiales agradecimientos a Danny Zurc y Diego Lizcano por sus valiosos aportes para mejorar el manuscrito. Esta es la publicación número 004 del Museo de Historia Natural-Unillanos.

## REFERENCIAS

- ALBERICO, M., SAAVEDRA-R., C.A. & GARCÍA-PAREDES, H., 2005.- Murciélagos caseros de Cali (Valle del Cauca-Colombia). *Caldasia*, 27: 117-126.
- ARATA, A.A., VAUGHN, J.B. & THOMAS, M.E., 1967.- Food habits of certain Colombian bats. *J. Mammal*, 48: 653-655.
- ARMENTERAS, D., CABRERA, E., RODRÍGUEZ, N. & RETANA, J., 2013.- National and regional determinants of tropical deforestation in Colombia. *Reg. Environ. Change*, 13: 1181-1193.
- ARNOLD, M.L., BAKER, R.J. & HONEYCUTT, R.L., 1983.- Genic differentiation and phylogenetic relationships within two New World bat genera. *Biochem. Syst. Ecol.*, 11: 295-303.
- BAKER, R.J. & BLEIER, W.J., 1971.- Karyotypes of bats of the subfamily Carolliinae (Mammalia: Phyllostomidae) and their evolutionary implications. *Experientia*, 27: 220-222.
- BAKER, R.J. & JORDAN, R.G., 1970.- Chromosomal studies of some Neotropical bats of the families Emballonuridae, Noctilionidae, Natalidae and Vespertilionidae. *Caryologia*, 23: 595-604.
- BAKER, R.J., SOLARI, S., CIRRANELLO, A.L. & SIMMONS, N.B., 2016.- Higher level classification of phyllostomid bats with a summary of DNA synapomorphies. *Acta Chiropt.*, 18: 1-38.
- BATES, M., 1948.- Climate and vegetation in the Villavicencio region of eastern Colombia. *Geogr. Rev.*, 38: 555-574.
- BERNAL-LIZARAZO, J.S., GIL-AYALA, J. & FERNÁNDEZ-MANRIQUE, J., 2015.- Endoparasitos en murciélagos (Mammalia: Chiroptera) de la Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta. *Biomedica*, 35: 90.
- BICKHAM, J.W. & RUEDAS, L.A., 2007.- Genus *Rhogeessa* H. Allen, 1866: 481-484 (en) GARDNER, A.L. (ed.) *Mammals of South America. Volume 1: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. University of Chicago Press, Chicago.
- BOSHELL MANRIQUE, J., 1938.- 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*, 6: 407-427.
- BOYLES, J.G., CRYAN, P.M., MCCracken, G.F. & KUNZ, T.H., 2011.- Economic importance of bats in agriculture. *Science*, 332: 41-42.
- BREADT, A., UIEDA, W. & PEDRO, W.A., 2012.- *Plantas e morcegos na recuperacao de áreas degradadas e na paisagem urbana*. Rede de Sementes do Cerrado Brasília D.F.
- CALDERÓN-CAPOTE, M.C., MORALES-MARTÍNEZ, D.M., FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, C. & RODRÍGUEZ-POSADA, M.E., 2016.- First confirmed records of the rare Short-eared Bat, *Cyttarops alecto* Thomas, 1913 (Chiroptera: Emballonuridae), from the Orinoco Llanos of Colombia. *Check List*, 12: 1980.
- CALDERÓN, W. & PACHECO, V., 2012.- First report of *Artibeus bogotensis* Andersen, 1906 (Chiroptera: Phyllostomidae) for Peru. *Check List*, 8: 1333-1336.
- CLEVELAND, C.J., BETKE, M., FEDERICO, P., FRANK, J.D., HALLARA, T.G., HORN, J., LÓPEZ, J.D., MCCracken, G.F., MEDELLÍN, R.A., MORENO-VALDEZ, A., SANSONE, C.G., WESTBROOK, J.K. & KUNZ, T.H., 2006.- Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Front. Ecol. Environ.*, 4: 238-243.
- DAILY, G.-C., SÖDERQVIST, T., ANIYAR, S., ARROW, K., DASGUPTA, P., EHRlich, P.R., FOLKE, C., JANSSON, A.-M., JANSSON, B.-O., KAUTSKY, N., LEVIN, S., LUBCHENCO, J., MÁLER, K.-G., SIMPSON, D., STARRETT, D., TILMAN, D. & WALKER, B., 2000.- The value of nature and the nature of value. *Science*, 289: 395-396.
- DÁVALOS, L.M. & CORTHALS, A., 2008.- A new species of *Lonchophylla* (Chiroptera: Phyllostomidae) from the eastern Andes of northwestern South America. *Am. Mus. Novit.*, 3635: 1-16.
- DE BONILLA, H. & ROMERO, G.T., 1988.- Ciclo reproductivo del murciélago *Carollia perspicillata* en el campo. *Acta Biol. Colomb.*, 1: 49-61.

- DE BONILLA, H. & TURRIAGO, G., 1985.- Reproducción y comportamiento de una colonia de murciélagos *Carollia perspicillata* en cautividad. *Acta Biol. Colomb.*, 1: 99-110.
- DÍAZ-MERLANO, J.M., 2004.- *El Meta, Colombia*. iM Editores.
- DÍAZ, M.M., AGUIRRE, L.F. & BARQUEZ, R.M., 2011.- *Clave de identificación de los murciélagos del cono sur de Sudamérica*. Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada Cochabamba.
- ERDMANN, T.K., 2005.- Agroforestry as a tool for restoring forest landscapes: 274-279 (en) MANSOURIAN, S., VALLAURI, D. & DUDLEY, N. (ed.) *Forest restoration in landscapes: beyond planting trees*. Springer, New York.
- ESTRADA-VILLEGAS, S. & RAMÍREZ, B.H., 2013.- Bats of Casanare, Colombia. *Chiroptera Neotrop.*, 19: 1-13.
- ETTER, A., MCALPINE, C., WILSON, K., PHINN, S. & POSSINGHAM, H., 2006.- Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. *Agriculture Ecosyst. Environ.*, 114: 369-386.
- FENTON, M.B., ACHARYA, L., AUDET, D., HICKEY, M.B.C., MERRIMAN, C., OBRIST, M.K., SYME, D.M. & ADKINS, B., 1992.- Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica*, 24: 440-446.
- FERRER-PÉREZ, A., BELTRÁN, M., DÍAZ-PULIDO, A.P., TRUJILLO, E., MANTILLA-MELUK, H., HERRERA, O., ALFONSO, A.F. & PAYÁN, E., 2009.- Lista de los mamíferos de la cuenca del río Orinoco. *Biota Colombiana*, 10: 179-207.
- FISHER, B., TURNER, K., ZYLSTRA, M., BROUWER, R., DE GROOT, R., FARBER, S., FERRARO, P., GREEN, R., HADLEY, D., HARLOW, J., JEFFERISS, P., KIRKBY, C., MORLING, P., MOWATT, S., NAIDOO, R., PAAVOLA, J., STRASSBURG, B., YU, D. & BALMFORD, A., 2008.- Services and economic theory: integration for policy-relevant research. *Ecol. Appl.*, 18: 2050-2067.
- FLEMING, T.H., 1987.- Fruit bats: prime movers of tropical seeds. *Bats*, 5: 3-8.
- FLEMING, T.H., 1993.- Plant-visiting bats. *Am. Sci.*, 81: 460-467.
- FLEMING, T.H., HOOPER, E.T. & WILSON, D.E., 1972.- Three Central American bat communities: structure, reproductive cycles and movement patterns. *Ecology*, 53: 555-569.
- FRANCO MONTENEGRO, A., TORRES PÉREZ, R.E. & OBANDO BASTIDAS, J.A., 2015.- Valoración social del recurso natural fauna en el humedal Coroncoro de Villavicencio. *Producción + Limpia*, 10: 104-113.
- GARCÍA-SUAZO, G. & SILVA, L., 2014.- Importancia ecosistémica del humedal El Coroncoro sobre el barrio Manantial en la ciudad de Villavicencio/Meta. *Boletín Semillas Ambientales*, 8: 24-27.
- GARDNER, A.L., 1977a.- Feeding habits: 293-350 (en) BAKER, R.J., JONES, J.K. & CARTER, D.C. (ed.) *Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae*. Special Publications, The Museum, Texas Tech University, Lubbock, Texas, USA.
- GARDNER, A.L., 1977b.- Chromosomal variation in *Vampyressa* and a review of chromosomal evolution in the Phyllostomidae (Chiroptera). *Syst. Zool.*, 26: 300-318.
- GARDNER, A.L., 1977c.- Taxonomic implications of the karyotypes of *Molossops* and *Cynomops* (Mammalia, Chiroptera). *P. Biol. Soc. Wash.*, 89: 545-550.
- GARDNER, A.L., 2007.- *Mammals of South America, volume 1: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. The University of Chicago Press, Chicago.
- GIL-AYALA, J., BERNAL-LIZARAZO, J.S. & FERNÁNDEZ-MANRIQUE, J., 2015.- Determinación de ectoparásitos en murciélagos (Mammalia: Chiroptera) de la Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta. *Biomedica*, 35: 89.
- HEITHAUS, E.R., FLEMING, T.H. & OPLER, P.A., 1975.- Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology*, 56: 841-854.
- HERNÁNDEZ-CAMACHO, J.I., WALSHBURGER, T., ORTIZ-QUIJANO, R. & HURTADO-GUERRA, A., 1992.- Origen y distribución de la biota suramericana y colombiana: 55-104 (en) HALFFTER, G.C. (ed.) *La diversidad biológica de Iberoamérica I*. Instituto de Ecología, Xalapa.
- HERSHKOVITZ, P., 1949.- Mammals of northern Colombia. Preliminary report No. 5: Bats (Chiroptera). *P. US Nat. Mus.*, 99: 429-454.
- HOOFFER, S.R. & BAKER, R.J., 2006.- Molecular systematics of Vampyressine bats (Phyllostomidae: Stenodermatinae) with comparison of direct and indirect surveys of mitochondrial DNA variation. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 39: 424-438.
- HUMPHREY, S.R., BONACCORSO, F.J. & ZINN, T.L., 1983.- Guild structure of surface-gleaning bats in Panamá. *Ecology*, 64: 284-294.
- HURTADO, N. & PACHECHO, V., 2014.- Análisis filogenético del género *Mimon* Gray, 1847 (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae) con la descripción de un nuevo género. *Therya*, 5: 751-791.
- KATTAN, G.H., FRANCO, P., ROJAS, V. & MORALES, G., 2004.- Biological diversification in a complex region: A spatial analysis of faunistic diversity and biogeography of the Andes of Colombia. *J. Biogeogr.*, 31: 1829-1839.
- KELM, D.H., WIESNER, K.R. & HELVERSEN, O.V., 2008.- Effects of artificial roosts for frugivorous bats on seed dispersal in a Neotropical forest pasture mosaic. *Conserv. Biol.*, 22: 733-741.
- KINGSTON, T., 2016.- Cute, creepy, or crispy—How values, attitudes, and norms shape human behavior toward bats: 571-595 (en) VOIGT, C.C. & KINGSTON, T. (ed.) *Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world*. Springer Science, Heidelberg.
- KUNZ, T.H., BRAUN DE TORREZ, E., BAUER, D., LOBOVA, T. & FLEMING, T.H., 2011.- Ecosystem services provided by bats. *Ann. NY Acad. Sci.*, 1223: 1-38.
- LAWTON, J.H. & BROWN, V.K., 1994.- Redundancy in ecosystems: 255-270 (en) SCHULZE, E.-D. & MOONEY, H.A. (ed.) *Biodiversity and ecosystem function*. Springer, Berlin.
- LEMKE, T.O., CADENA, A., PINE, R.H. & HERNÁNDEZ-CAMACHO, J.I., 1982.- Notes on opossums, bats, and rodents new to the fauna of Colombia. *Mammalia*, 46: 225-234.
- LIM, B.K., ENGSTROM, M.D., PATTON, J.C. & BICKHAM, J.W., 2008.- Systematic review of small fruit-eating bats (*Artibeus*) from the Guianas, and a re-evaluation of *A. glaucus bogotensis*. *Acta Chiropt.*, 10: 243-256.
- LOBOVA, T.A., GEISELMAN, C.K. & MORI, S.A., 2009.- *Seed dispersal by bats in the Neotropics*. The New York Botanical Garden

Press Bronx, New York.

- LONG, R.F., KISER, W.M. & KISER, S.B., 2006.- Well-placed bat houses can attract bats to Central Valley farms. *Calif. Agric.*, 60: 91-94.
- LOREAU, M., NAEEM, S., INCHAUSTI, P., BENGTTSSON, J., GRIME, J.P., HECTOR, A., HOOPER, D.U., HUSTON, M.A., RAFFAELLI, D., SCHMID, B., TILMAN, D. & WARDLE, D.A., 2001.- Biodiversity and ecosystem functioning: knowledge and future challenges. *Science* 294: 804-808.
- LYNCH, J.D., RUIZ-CARRANZA, P.M. & ARDILA-ROBAYO, M.C., 1997.- Biogeographic patterns of Colombian frogs and toads. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 21: 237-248.
- MAAS, B., KARP, D.S., BUMRUNGSRI, S., DARRAS, K., GONTHIER, D., HUANG, J.C.-C., LINDELL, C.A., MAINE, J.J., MESTRE, L., MICHEL, N.L., MORRISON, E.B., PERFECTO, I., PHILPOTT, S.M., SEKERCIOGLU, C.H., SILVA, R.M., TAYLOR, P.J., TSCHARNTKE, T., VAN BAELE, S.A., WHELAN, C.J. & WILLIAMS-GUILLÉN, K., 2015.- Bird and bat predation services in tropical forests and agroforestry landscapes. *Biol. Rev.*, 91 (4): 1081-1101.
- MAINE, J.J. & BOYLES, J.G., 2015.- Bats initiate vital agroecological interactions in corn. *P. Na. Acad. Sci.*, 12: 12438-12443.
- MANTILLA-MELUK, H. & BAKER, R.J., 2010.- New species of *Anoura* (Chiroptera: Phyllostomidae) from Colombia, with systematics remarks and notes on the distribution of the *A. geoffroyi* complex. *Occasional Papers, Museum of Texas Tech University*, 292: 1-19.
- MANTILLA-MELUK, H., JIMÉNEZ-ORTEGA, A.M. & BAKER, R.J., 2009.- Phyllostomid bats of Colombia: annotated checklist, distribution, and biogeography. *Special Publications Museum of Texas Tech University*, 56: 1-37.
- MANTILLA-MELUK, H., RAMÍREZ-CHAVES, H.E., PARLOS, J.A. & BAKER, R.J., 2010.- Extensiones en los rangos de distribución y notas taxonómicas sobre murciélagos del género *Lonchophylla* (Phyllostomidae) de Colombia. *J. Neotrop. Mammal.*, 17: 295-303.
- MARINKELLE, C.J. & CADENA, A., 1971.- Remarks on *Sturnira tildae* in Colombia. *J. Mammal.*, 52: 235-237.
- MAYEN, F., 2003.- Haematophagous bats in Brazil, their role in rabies transmission, impact on public health, livestock industry and alternatives to an indiscriminate reduction of bat population. *J. Vet. Med. B.*, 50: 469-472.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT., 2005.- *Ecosystems and human well-being*. Island Press. Washington D.C.
- MINORTA-CELY, V. & RANGEL-CH., J.O., 2014.- El clima de la Orinoquia colombiana: 207-236 (en) RANGEL-CH., J.O. (ed.) *Colombia diversidad biótica XIV: la región de la Orinoquia de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- MOLINA-PRIETO, L.F. & VARGAS GARZÓN, B., 2007.- Árboles para Villavicencio: especies que fortalecen la estructura ecológica principal. *Nodo*, 3: 85-98.
- MORALES-MARTÍNEZ, D.M. & RAMÍREZ-CHAVES, H.E., 2015.- The distribution of bats of genus *Lasiurus* (Vespertilionidae) in Colombia, with notes on taxonomy, morphology and ecology. *Caldasia*, 37: 397-408.
- NAEEM, S., 1998.- Species redundancy and ecosystem reliability. *Conserv. Biol.*, 12: 39-45.
- NAEEM, S., CHAPIN, F.S., CONTANZA, R., EHRLICH, P.R., GOLLEY, F.B., HOOPER, D.U., LAWTON, J.H., O'NEILL, J.H., MOONEY, H.A., SALA, O.E., SYMSTAD, A.J. & TILMAN, D., 1999.- Biodiversity and ecosystem functioning: maintaining natural life support processes. *Issues in Ecology*, 4: 1-13.
- ORTIZ-MORENO, M.L. & RODRIGUES-PIRES, J.S., 2014.- Aplicación de la legislación ambiental y territorial en municipios capitales: estudio de caso Villavicencio (Colombia). *Revista Orinoquia*, 18: 130-148.
- PATTON, J.L. & GARDNER, A.L., 2007.- Family Mormoopidae Saussure, 1860: 376-384 (en) GARDNER, A.L. (ed.) *Mammals of South America: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. University of Chicago Press, Chicago.
- PRESLEY, S.J., WILLIG, M.R., CASTRO-ARELLANO, I. & WEAVER, S.C., 2009.- Effects of habitat conversion on temporal activity patterns of phyllostomid bats in lowland Amazonian rain forest. *J. Mammal.*, 90: 210-221.
- PRIMACK, R.B., 2006.- *Essentials of conservation biology*. Sinauer Associates.
- RAMÍREZ-CHAVES, H.E., NOGUERA-URBANO, E.A. & RODRÍGUEZ-POSADA, M.E., 2013.- Mamíferos (Mammalia) del departamento de Putumayo, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 37: 263-286.
- RAMÍREZ-CHAVES, H.E. & SUÁREZ-CASTRO, A.F., 2014.- Adiciones y cambios a la lista de mamíferos de Colombia: 500 especies registradas para el territorio nacional. *Mammalogy Notes*, 1: 31-34.
- RANGEL-CH., J.O. & AGUILAR-P., M., 1995.- Una aproximación sobre la diversidad climática en las regiones naturales de Colombia: 25-76 (en) RANGEL-CH., J.O. (ed.) *Colombia diversidad biótica I*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- RIPPERGER, S., KALKO, E.K.V., RODRÍGUEZ-HERRERA, B., MAYER, F. & TSCHAPKA, M., 2015.- Frugivorous bats maintain functional habitat connectivity in agricultural landscapes but rely strongly on natural forest fragments. *PLoS ONE*, 10 (4): e0120535.
- RIVAS-PAVA, P., SÁNCHEZ-PALOMINO, P. & CADENA, A., 1996.- Estructura trófica de la comunidad de quirópteros en bosques de galería de la Serranía de la Macarena (Meta-Colombia): 237-248 (en) GENOWAYS, H.H. & BAKER, R.J. (ed.) *Contributions in Mammalogy: a memorial volume honoring Dr. J. Knox Jones Jr.* Museum of Texas Tech University, Lubbock.
- RODRÍGUEZ-POSADA, M.E. & CÁRDENAS-GONZÁLEZ, C., 2012.- El murciélago de visera *Sphaeronycteris toxophyllum* Peters, 1882 (Chiroptera: Phyllostomidae) en Colombia. *Chiroptera Neotrop.*, 18: 1115-1122.
- RODRÍGUEZ-POSADA, M.E. & SÁNCHEZ-PALOMINO, P., 2009.- Taxonomía del género *Phyllostomus* (Chiroptera: Phyllostomidae) en Colombia. *J. Neotrop. Mammal.*, 16: 153-168.
- ROMERO-RUIZ, M.H., FLANTÚA, S.G.A., TANSEY, K. & BERRIO, J.C., 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.
- ROSENZWEIG, M.L., 1995.- *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press Cambridge.
- SÁNCHEZ-CUERO, A.M., AIDE, T.M., CLARK, M.L. & ETTER, A., 2012.- Land cover change in Colombia: surprising forest recovery trends between 2001 and 2010. *PLoS ONE*, 7 (8): e43943.
- SÁNCHEZ-PALOMINO, P., RIVAS-PAVA, P. & CADENA, A., 1993.- Composición, abundancia y riqueza de especies de la comunidad de murciélagos en bosques de galería de la Serranía de la Macarena (Meta-Colombia). *Caldasia*, 17: 301-312.

- SÁNCHEZ, F., 2011.- La heterogeneidad del paisaje del borde norte de Bogotá (Colombia) afecta la actividad de los murciélagos insectívoros. *Rev. U.D.C.A. Act. & Div.*, 14: 71-80.
- SOLARI, S., MUÑOZ-SABA, Y., RODRÍGUEZ-MAHECHA, J.V., DEFLER, T.R., RAMÍREZ-CHAVES, H.E. & TRUJILLO, F., 2013.- Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *J. Neotrop. Mammal.*, 20: 301-365.
- SORIANO, P.J., 2000.- Functional structure of bat communities in tropical rainforests and Andean cloud forests. *Ecotropicos*, 13: 1-20.
- TAMSITT, J.R. & VALDIVIESO, D., 1963.- Records and observations on Colombian bats. *J. Mammal.*, 44: 168-180.
- TAVARES, V.D.C., GARDNER, A.L., RAMÍREZ-CHAVES, H.E. & VELAZCO, P.M., 2014.- Systematics of *Vampyressa melissa* Thomas, 1926 (Chiroptera: Phyllostomidae), with descriptions of two new species of *Vampyressa*. *Am. Mus. Novit.*, 3813: 1-27.
- TUTTLE, M.D. & MORENO, A., 2007.- *Murciélagos cavernícolas del norte de México: su importancia y problemas de conservación*. Bat Conservation International, Austin.
- VALDIVIESO, D. & TAMSITT, J.R., 1962.- First records of the pale spear-nosed bat in Colombia. *J. Mammal.*, 43: 422-423.
- VAN DER PIJL, L., 1957.- The dispersal of plants by bats (Chiropterochory). *Acta Bot. Neerl.*, 6: 291-315.
- VELAZCO, P.M., 2005.- Morphological phylogeny of the bat genus *Platyrrhinus* Saussure, 1860 (Chiroptera: Phyllostomidae) with the description of four new species. *Fieldiana Zool.*, 105: 1-53.
- VELAZCO, P.M., GARDNER, A.L. & PATTERSON, B.D., 2010.- Systematics of the *Platyrrhinus helleri* species complex (Chiroptera: Phyllostomidae), with descriptions of two new species. *Zool. J. Linn.-Soc.*, 159: 785-812.
- VELAZCO, P.M. & PATTERSON, B.D., 2014.- Two new species of yellow-shouldered bats, genus *Sturnira* Gray, 1842 (Chiroptera, Phyllostomidae) from Costa Rica, Panama and western Ecuador. *ZooKeys*, 402: 43-66.
- VILORIA DE LA HOZ, J., 2009.- Geografía económica de la Orinoquia. *Documentos de trabajo sobre economía regional*, 113: 1-88.
- VILLAVICENCIO, A., 2013.- Síntesis diagnóstica: norte Plan de Ordenamiento Territorial Villavicencio. Disponible en [http://www.villavicencio.gov.co/index.php?option=com\\_docman&Itemid=209](http://www.villavicencio.gov.co/index.php?option=com_docman&Itemid=209).
- WALKER, B.H., 1992.- Biodiversity and ecological redundancy. *Conserv. Biol.*, 6: 18-23.
- WILSON, D.E., 1973.- Bat faunas: a trophic comparison. *Syst. Zool.*, 22: 14-29.
- WILSON, E.O., 1988.- *Biodiversity*. National Academy of Sciences, Smithsonian Institution Washington D. C.
- WILLIAMS, S.L. & GENOWAYS, H.H., 1980.- Results of the Alcoa Foundation-Suriname expeditions. IV. A new species of bat of the genus *Molossops* (Mammalia: Molossidae). *Ann. Carnegie Mus.*, 49: 487-498.