

MURCIÉLAGOS Y GANADERÍA: POSIBILIDADES EN LA ORINOQUÍA Y AMAZONÍA COLOMBIANA

Bats and cattle raising: possibilities in the Colombian Orinoco and Amazon regions

 **Francisco Sánchez¹**
E-mail: fasbos@gmail.com

¹*Biólogo, Ph.D. Grupo de investigación ECOTONOS. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia.*

Fecha recepción: 15 de marzo de 2021 / Fecha Aprobación: 22 de marzo de 2021 / Fecha Publicación: 30 de junio 2021

RESUMEN

La ganadería es considerada como un renglón importante para la economía colombiana, a la vez que es fundamental para la nutrición de su población, lo cual también aplica para las regiones de la Orinoquía y de la Amazonía de ese mismo país. No obstante, la ganadería también ha generado consecuencias ambientales negativas, que incluye la pérdida de biodiversidad; a su vez, dichos impactos negativos también tienen el potencial de comprometer la misma producción ganadera. Por ello, se entiende necesario incorporar la biodiversidad dentro de las actividades ganaderas, especialmente en aquellas regiones naturales que son biodiversamente ricas. Con base en lo anterior, se revisó la información relacionada con los beneficios prestados por los murciélagos en diferentes sistemas agrícolas, así como lo atinente a la interacción ganadería-murciélagos. La información consultada indicó que los murciélagos son valiosos controladores de insectos que afectan a múltiples sistemas agrícolas; así mismo, existen ejemplos que sugieren que este tipo de control también se da en los sistemas ganaderos. Así bien, se entiende que, dada la riqueza de murciélagos insectívoros en la Orinoquía y en la Amazonía, hay un alto potencial para que estos se conviertan en aliados en el ejercicio de la ganadería en dichas regiones. Para lograr este propósito se recomienda lo siguiente: 1) realizar campañas pedagógicas con el fin de mejorar la actitud de los ganaderos hacia los murciélagos; 2) mantener o establecer controles específicos a los murciélagos vampiros; 3) analizar la dieta de los murciélagos que pueden consumir especies plaga; 4) desarrollar estudios que permitan identificar, cómo diferentes sistemas de producción y diferentes manejos del paisaje, afectan la actividad y la calidad del hábitat para los murciélagos; 5) con el fin de determinar el valor de los murciélagos para la ganadería, desarrollar experimentos que permitan evaluar la adición de refugios artificiales para estos y llevar a cabo experimentos de exclusión.

Palabras claves.

Agroecosistemas, *Chiroptera*, control biológico, servicios ecosistémicos.

Cómo citar:

Sánchez, F. (2021). Murciélagos y ganadería: posibilidades en la Orinoquía y Amazonía Colombiana. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC*. Universidad de la Amazonia. Vol. 13 (1), 60-72. DOI: <https://doi.org/10.47847/fagropec.v13n1a6>



ABSTRACT

Cattle raising is important for the Colombian economy and fundamental for the nutrition of its population, and this is also true for its Orinoco and Amazon regions. Unfortunately, livestock has had negative environmental consequences, including loss of biodiversity. These negative impacts have the potential to compromise livestock production itself. Consequently, there is a need to incorporate biodiversity into this activity in those biodiversity-rich natural regions. In light of the above, the information about the benefits provided by bats to different agricultural systems and about the cattle raising-bat interaction was reviewed. The available information indicates that bats are valuable controllers of insect pests in multiple agricultural systems. Furthermore, there are examples that suggest bats may have a positive impact on cattle raising systems. Since the Orinoco and Amazon regions are rich in insectivorous bats, there is a high potential for them to become allies of cattle raising in these areas. To achieve this, the following measures are recommended: 1) development of educational campaigns to improve the attitude of farmers towards bats, 2) maintaining or establishing specific controls for vampire bats, 3) analysis of the diet of bats that may consume pest insects, 4) development of studies to identify how different production systems and landscape management affect the activity and habitat quality for bats, and 5) determine the value of bats for cattle raising by developing experiments to evaluate the addition of artificial roosts for bats and exclusion experiments.

Key words

Agroecosystems, biological control, Chiroptera, ecosystem services.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población humana ha hecho que los paisajes rurales se expandan por la necesidad de alimento (Ellis *et al.*, 2010), y por ello, la ganadería, que es una de las actividades que genera más transformación de las coberturas naturales en el mundo (Ramankutty *et al.*, 2006; UNEP, 2010). En Colombia, la ganadería es una actividad económica arraigada y un 30% del área del país está dedicada a ella; su expansión ha generado la pérdida de coberturas naturales como bosques y sabanas, con el agravante de que más del 75% del área ganadera presenta algún grado de erosión (IDEAM & UDCA, 2015; Mora Marín *et al.*, 2017). La ganadería, principalmente la extensiva, se ha convertido en un agente de cambio y deterioro ambiental reconocido en todas sus regiones naturales del país (Mora Marín *et al.*, 2017). En la Amazonía, la ganadería está concentrada en el piedemonte de la Cordillera Oriental siguiendo el desarrollo de las vías terrestres, mientras que en la Orinoquía esta práctica está bastante extendida en la región (SINCHI, 2007). En los llanos orientales colombianos, la ganadería se concentró inicialmente en las sabanas, pero su efecto transformador en el piedemonte ha llevado a que sus bosques sean hoy ecosistemas amenazados (Romero-Ruiz *et al.*, 2012; Etter *et al.*, 2017).

Se ha argumentado que por la amplia distribución de los ambientes rurales, éstos deben aprovecharse para ayudar a la conservación de la biodiversidad (Rosenzweig, 2003; Harvey & González-Villalobos, 2007), generando la necesidad de encontrar espacios para incorporar a la biodiversidad en los sistemas productivos. Los ambientes rurales neotropicales manejados

correctamente, aunque no presentan los mismos niveles de biodiversidad que los ambientes naturales, pueden ayudar a la conservación de parte de la vida silvestre, particularmente cuando están próximos a áreas de reserva o incluyen áreas arboladas (Harvey *et al.*, 2008; Chazdon *et al.*, 2011). En las áreas rurales hay animales como los murciélagos que ayudan a preservar funciones ecosistémicas y adicionalmente pueden beneficiar a los humanos (Kunz *et al.*, 2011; Bredt *et al.*, 2012; Morrison & Lindell, 2012). Por ello, en este trabajo se revisan los servicios ecosistémicos prestados en diferentes sistemas de producción de alimentos, para reflexionar sobre cómo aprovechar a estos mamíferos en los sistemas ganaderos de la Orinoquía y Amazonía colombiana.

Algo sobre los murciélagos

Los murciélagos, orden Chiroptera, son los únicos mamíferos con vuelo verdadero, incluyen aproximadamente 1.400 especies (Burgin *et al.*, 2018), y en Colombia hay más de 205 (Sociedad Colombiana de Mastozoología, 2017). Chiroptera también tiene todos los grupos alimentarios conocidos entre los mamíferos y esta diversidad está asociada a funciones ecosistémicas como la dispersión de semillas, la polinización, y el control de las poblaciones de otros animales (Tschapka & Dressler, 2002; Kalka & Kalko, 2006; Lobo *et al.*, 2009). Por ello, los murciélagos son clave en la dinámica de los ecosistemas neotropicales. Además de los ambientes naturales, en Colombia se han registrado murciélagos en ambientes rurales y urbanos (Pérez-Torres *et al.*, 2009; Calongue *et al.*, 2010; Sánchez, 2011; Garcés-Restrepo *et al.*, 2016; Ramírez-Mejía *et al.*, 2020), y posiblemente se encuentran murciélagos en todos los ambientes dominados por los humanos del país. Aunque buena parte de la Orinoquía y la Amazonía no ha sido examinada con detalle, la información disponible sugiere que sus comunidades de murciélagos son diversas, y particularmente hacia el piedemonte pueden incluir un alto número de especies (Rivas-Pava *et al.*, 1996; Estrada-Villegas & Ramírez, 2013; Ramírez-Chaves *et al.*, 2013; Sánchez, 2017; Morales-Martínez *et al.*, 2018; Hernández-Leal *et al.*, 2021).

Lo aprendido en sistemas de producción agrícola

Los murciélagos insectívoros tienen altos requerimientos energéticos asociados al vuelo y a su tamaño pequeño, y pueden llegar a consumir más de 50% de su masa corporal por noche (Kunz *et al.* 1995; Whitaker, 1995). Dado que la mayoría de los murciélagos consumen insectos, y pueden controlar sus poblaciones (Jones & Rydell, 2003), ellos proporcionan servicios en sistemas productivos. Probablemente la primera evaluación sobre la importancia económica de los murciélagos insectívoros se realizó en el sur de Norte América, y destacó el ahorro en pesticidas generado por la actividad del murciélago *Tadarida brasiliensis* al alimentarse de polillas de la especie *Helicoverpa zea*, cuyas larvas atacan al algodón (Cleveland *et al.*, 2006). Se estimó que el valor de los murciélagos estaba entre US\$121.000 y 1'725.000, siendo más valioso el servicio cuando eran más abundantes las polillas. La expansión del síndrome de nariz blanca en Norte América, una enfermedad causada por el hongo *Geomyces destructans*, que ataca a los murciélagos insectívoros mientras hibernan y que ha tenido un efecto dramático sobre las poblaciones allí (Reeder & Moore, 2013), motivó otra evaluación. Se encontró que el

síndrome podría costar cerca de 3,7 mil millones de dólares al año para la agricultura del subcontinente al reducirse la disponibilidad de murciélagos controladores de insectos (Boyles *et al.*, 2011). En reconocimiento al valor de los murciélagos insectívoros, desde hace varios años los granjeros norteamericanos han promovido la construcción de refugios artificiales en sus granjas para incrementar la abundancia de los murciélagos (Tuttle *et al.*, 2004; Long *et al.*, 2006).

Por otra parte, un estudio en España encontró que el murciélago *Pipistrellus pigmaeus* era capaces de controlar las poblaciones de la polilla *Chilo suppressalis*, que es plaga del arroz, y esto se hizo más evidente luego de instalar refugios artificiales para los murciélagos (Puig-Montserrat *et al.*, 2015). Se estimó que el servicio ofrecido por los murciélagos era de US\$26 por hectárea, que es similar al costo de los pesticidas para controlar las polillas. Otro estudio en Portugal encontró que el incremento en la actividad del murciélago *Pipistrellus kuhlii* tenía una efecto negativo sobre la abundancia de la polilla *Prays oleae*, plaga de los cultivos del olivo, y este efecto dependió de la cantidad de cobertura boscosa disponible (Costa *et al.*, 2020).

A su vez, en los cultivos de cacao del sureste de Asia se han utilizado experimentos de exclusión que han reconocido un incremento de la productividad del cultivo gracias al control de insectos realizado por aves y murciélagos (Maas *et al.*, 2013; Maas *et al.*, 2018). Sin embargo, otros estudios sugieren que hormigas y aves afectan positivamente la producción de cacao, mientras que los murciélagos no (Gras *et al.*, 2016). En cultivos de café de sombra en México se ha encontrado que el control de plagas prestado por los murciélagos es más importante que el realizado por las aves (Williams-Guillén *et al.*, 2008). En otro estudio en Costa Rica, la exclusión de aves en plantaciones de café generó un mayor daño en las hojas del café, mientras que la exclusión de los murciélagos no impactó negativamente a las plantas (Karp & Daily, 2014). Una revisión de los servicios prestados por aves y murciélagos en bosques tropicales y paisajes agroforestales resalta que los servicios pueden fluctuar debido a diferentes factores, entre los que se incluyen estacionalidad climática, manejo del cultivo y la composición particular de aves y murciélagos presentes (Maas *et al.*, 2015).

Trabajos adicionales han resaltado como varias especies de murciélagos insectívoros se alimentan de múltiples especies de insectos plaga (Braun de Torres *et al.*, 2019; Kemp *et al.*, 2019). Por ejemplo, el murciélago *Miniopterus schreibersii* tiene una amplia distribución en Europa, puede consumir cerca de 44 especies de insectos plaga y su dieta depende de la intensidad de la agricultura en un área (Aizpurua *et al.*, 2018). Un murciélago insectívoro del piedemonte llanero colombiano, *Saccopteryx leptura*, parece beneficiar a la agricultura al consumir insectos de las familias Curculionidae y Cicadelidae (Cruz-Parrado *et al.*, 2018).

Murciélagos y ganadería

Cuando se piensa en la relación entre la ganadería y los murciélagos en el neotrópico es común llegar a la asociación vampiros, ganado y rabia, dadas las serias repercusiones sanitarias y económicas asociadas a la propagación del virus (Thompson *et al.*, 1972; Lee *et al.*, 2012;

Escobar *et al.*, 2015). En efecto, la rabia es una de las enfermedades zoonóticas de mayor preocupación en América Latina al afectar tanto al ganado como a los humanos, y que puede acarrear altos costos a la ganadería (Benavides *et al.*, 2017; Maxwell *et al.*, 2017). Sin embargo, a pesar de que la rabia transmitida por murciélagos es un problema serio, hay más posibilidades en la relación entre ganadería y murciélagos, y se ha iniciado la exploración de esta conexión desde otros puntos de vista.

Ejemplos de lo que ha ocurrido en el norte de Colombia han dejado varias lecciones sobre la relación entre murciélagos y ganadería. La diversidad de murciélagos capturados con redes de niebla en una finca ganadera fue comparable a la de bosques secos con moderado grado de intervención (Vela-Vargas & Pérez-Torres, 2012). Una comparación funcional encontró que los murciélagos frugívoros grandes de follaje y los nectarívoros pequeños de follaje eran más pequeños en los sistemas de ganadería convencional dominada por pastos que en los sistemas silvopastoriles, SSP (Castillo-Figueroa & Pérez-Torres, 2018). El murciélago *Artibeus lituratus* tiene una mejor condición corporal en fragmentos de bosque en SSP que en aquellos con ganadería convencional (Chacón & Ballesteros, 2019). Sin embargo, por el uso de agroquímicos en una finca con SSP, se han encontrado metales pesados en murciélagos frugívoros, nectarívoros, omnívoros e insectívoros estrictos (Racero-Casarrubia *et al.*, 2017).

Por otra parte, un estudio que utilizó seguimiento acústico en un sistema agroforestal en Portugal encontró que la riqueza y la actividad de murciélagos insectívoros aéreos depende de la abundancia de ganado, pero el incremento de la ganadería reduce la cobertura de árboles (Costa *et al.*, 2019). Los autores concluyeron que modificaciones en la vegetación a escala fina pueden afectar la estructura de la comunidad y actividad de los murciélagos. Algunos trabajos ya han empezado a resaltar el papel de los murciélagos como controladores de plagas que afectan al ganado. En Inglaterra se encontró que la actividad total de los murciélagos insectívoros aéreos era mayor en pastizales con vacas, que en aquellos sin ganado (Downs & Sanderson, 2010). Los autores recomendaron adicionalmente mantener las áreas arboladas y evitar el uso de medicinas antiparasitarias en el ganado basadas en la ivermectina. Dos estudios en Italia indican que los murciélagos insectívoros aéreos son más activos en potreros con ganado que aquellos vacíos, y sugieren que se debe a la presencia de insectos hematófagos que afectan al ganado (Ancilloto *et al.*, 2017; Ancilloto *et al.*, 2021). Los autores encontraron una relación positiva entre la heterogeneidad espacial y la actividad de varias especies capaces de explotar espacios abiertos y de borde, y también reportaron un incremento de la actividad con el tamaño de la manada. Los autores además identifican la necesidad de entender mejor la interacción de los murciélagos y sus presas para reconocer los aliados de los sistemas ganaderos, y de manejar los sistemas ganaderos debido a que mayores tamaños de manadas tienen impactos sobre la estructura de la vegetación, que a su vez puede afectar negativamente la actividad de los murciélagos (Ancilloto *et al.*, 2017).

Un trabajo reciente en el piedemonte llanero colombiano también realizó seguimiento acústico de murciélagos insectívoros aéreos en un sistema convencional y un SSP (Hernández-Leal *et*

al., 2021). Similar a los estudios en Europa, la mayoría de la especies reaccionaron a la heterogeneidad del paisaje, la mayor actividad se concentró en el sistema convencional. Hasta donde mi revisión de la literatura lo indica, no se han realizado estudios sobre la relación ganadería-murciélagos en la Amazonía colombiana.

CONCLUSIONES

Las lecciones de los sistemas de producción agrícola del mundo indican con claridad que los murciélagos pueden convertirse en aliados para disminuir los costos de producción al reducir el uso de pesticidas, lo que adicionalmente ayuda a la protección de la biodiversidad por la reducción del costo ambiental asociado a la contaminación química. La información sobre los murciélagos en sistemas ganaderos también sugiere que ayudan a mantener funciones ecosistémicas y muy posiblemente, en el control de insectos que afectan el ganado. Adicionalmente el tipo de manejo del sistema ganadero afecta tanto la diversidad de murciélagos en general, como la actividad de murciélagos insectívoros en particular. También sabemos que la Amazonía y Orinoquía cuentan con una considerable riqueza de especies insectívoras, lo que equivale a un alto potencial para ayudar a la producción ganadera. La ganadería está profundamente arraigada en ambas regiones naturales del país, y ha moldeado la forma de vida de sus habitantes, su cultura y también es responsable de la transformación de sus ecosistemas naturales (SINCHI, 2007; Bustamante, 2019). Se espera que la ganadería continúe aumentando alrededor del planeta, debido a la demanda asociada al aumento de la población humana. Sin embargo ha indicado también que esta práctica no es sostenible a menos que se conserve la biodiversidad (Alkemade *et al.*, 2014).

Por lo anterior, debe ser de interés para los ganaderos apoyar la conservación de los murciélagos insectívoros, para lo que se hace necesario el desarrollo de trabajo pedagógico con los mismos, debido a la percepción negativa que hay sobre este grupo animal, al ser asociados regularmente con vampiros y la subvaloración que existe sobre los beneficios recibidos. Esto, a pesar, que solo tres especies del neotrópico tienen hábitos hematófagos y de que realmente solo la especie *Desmodus rotundus* puede alimentarse de ganado y generar problemas serios (Aguirre *et al.*, 2010; Lee *et al.*, 2012).

Adicionalmente, ya desde hace tiempo existen mecanismos de control específicos para vampiros (Thompson *et al.*, 1972), que evitan hacer daño a otros murciélagos que pueden ser aliados del sistema de producción. También son necesario estudios sobre la dieta de los murciélagos insectívoros que habitan en las zonas ganaderas de la Orinoquía y Amazonía, para reconocer especies particulares que estén consumiendo insectos plaga del ganado o de la vegetación que consumen. Como resultado del análisis de la información, resulta posible recomendar además, la necesidad de realizar mediciones adicionales de la actividad de los murciélagos insectívoros, que permitan reconocer la forma en que los diferentes sistemas ganaderos y manejos del paisaje, afectan la actividad de los murciélagos insectívoros; dado que en el momento solo existe un estudio en el piedemonte llanero, que indica que diferentes

especies reaccionan a la heterogeneidad espacial entre diferentes sistemas de producción ganadera (Hernández-Leal *et al.*, 2021).

Todas las referencias encontradas indican que los murciélagos insectívoros reaccionan a la heterogeneidad del paisaje y generalmente se benefician de zonas que preservan áreas boscosas y elementos lineares como cercas vivas. En este sentido, sería conveniente evaluar con más detalle el uso de SSP en las variadas condiciones geográficas y climáticas de la Orinoquía y Amazonía. En efecto, se ha indicado que los SSP mejoran la calidad del suelo, los pastos, la producción de carne y adicionalmente pueden funcionar como sitios de paso para la fauna silvestre (Fey *et al.*, 2015; Peri *et al.*, 2016; Lerner *et al.*, 2017), pero es posible que los beneficios de los SSP en relación con los murciélagos dependan del contexto. También sería conveniente evaluar el efecto del uso de medicinas como la ivermectina sobre los murciélagos, para determinar el efecto de su aplicación sobre estos potenciales aliados.

Por último, la información disponible permite precisar la necesidad de realizar experimentos en que se adicionen refugios artificiales para incrementar la abundancia de murciélagos, junto con experimentos de exclusión para medir el valor de ellos para la ganadería. Este tipo de información debe hacer posible mejorar el manejo de los sistemas ganaderos con base en las particularidades de la Amazonía y la Orinoquía, para aprovechar a los murciélagos en el marco de procesos de acercamiento a una producción de ganado que puedan heredar y mantener las generaciones venideras (Alkemade *et al.*, 2014).

Agradecimientos

Este trabajo deriva de las reflexiones alrededor del proyecto “*Servicios ecosistémicos asociados a murciélagos insectívoros en sistemas silvopastoriles y de ganadería convencional del piedemonte llanero colombiano*”, financiado por The Nature Conservancy y la Universidad de los Llanos. Gracias a todo el equipo de trabajo del proyecto. Gracias también a María Fernanda Patiño, Beatriz Patiño y Nicolás Baldrich por sus comentarios al documento y a Dinesh Rao por el apoyo con el inglés del documento.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, L. F., Moya, M., Galarza, M., Vargas, A., Barboza, K., Peñaranda, D., Perez, J., Terán, M. y Tarifa, T. (2010). Plan de acción para la conservación de los murciélagos amenazados de Bolivia. MMAA-VBCCGDF-DGB, BIOTA-PCMB, UICN-SSC-BSG, CBG-UMSS.
<https://n9.cl/fl8eb>
- Aizpurua, O., Budinski, I., Georgiakakis, P., Gopalakrishnan, S., Ibañez, C., Mata, V., Rebelo, H., Russo, D., Szodoray, F., Zhelyaskova, V., Zrnčić, V., Gilbert, M. & Alberdi, A.. (2018). Agriculture shapes the trophic niche of a bat preying on multiple pest arthropods across Europe: evidence from DNA metabarcoding. *Molecular Ecology*, 27(3), 815-825.
<https://doi.org/10.1111/mec.14474>

- Alkemade, R., Reid, R., van den Berg, M., de Leeuw, J., & Jeuken, M. (2014). Assessing the impacts of livestock production on biodiversity in rangeland ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(52), 20900-20905. <https://doi.org/10.1073/pnas.1011013108>
- Ancilloto, L., Ariano, A., Nardone, V., Budinski, I., Rydell, J. & Russo, D. (2017). Effects of free-ranging cattle and landscape complexity on bat foraging: Implications for bat conservation and livestock management. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 241, 54-61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2017.03.001>
- Ancilloto, L., Festa, F., De Benedetta, F., Pejic, B. & Russo, D. (2021). Free-ranging livestock and a diverse landscape structure increase bat foraging in mountainous landscapes. *Agroforestry Systems* 95, 407-418. <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00591-0>
- Benavides, J., Rojas Paniagua, E., Hampson, K., Valderrama, W. & Streicker, D. (2017). Quantifying the burden of vampire bat rabies in Peruvian livestock. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 11(12), e0006105. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006105>
- Boyles, J. G., Cryan, P. M., McCracken, G. F. & Kunz, T. H. (2011). Economic importance of bats in agriculture. *Science*, 332(6025), 41-42. <https://doi.org/10.1126/science.1201366>
- Braun de Torres, E., Brown, V., McCracken, G. & Kunz, T. (2019). Sympatric bat species prey opportunistically on a major moth pest of pecans. *Sustainability*, 11(22), 6365. <https://doi.org/10.3390/su11226365>
- Bredt, A., Uieda, W. & Pedro, W. (2012). Plantas e morcegos na recuperacao de áreas degradadas e na paisagem urbana. *Rede de Sementes do Cerrado*. <https://n9.cl/kdkk>
- Burgin, C. J., Colella, J. P., Kahn, P. L. & Upham, N. S. (2018). How many species of mammals are there? *Journal of Mammalogy*, 99(1), 1-14. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyx147>
- Bustamante, C. (2019). *Gran Libro de la Orinoquia Colombiana*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35408>
- Calongue, B., Vela-Vargas, I. & Pérez-Torres, J. (2010). Murciélagos asociados a una finca ganadera en Córdoba (Colombia). *Revista MVZ Córdoba*, 15(1), 1938-1943. <https://doi.org/10.21897/rmvz.331>
- Castillo-Figueroa, D., & Pérez-Torres, J. (2018). Respuestas funcionales de murciélagos asociados a fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba (Colombia): implicaciones del tipo de manejo en sistemas de ganadería extensiva. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 8(3), 197-211. <http://dx.doi.org/10.18636/bioneotropical.v8i3.724>
- Cleveland, CJ, Betke, M., Federico, P., Frank, JD, Hallam, TG, Horn, J., López, JD, Jr, McCracken, GF, Medellín, RA, Moreno-Valdez, A., Sansone, CG, Westbrook, JK y Kunz, TH. (2006). Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(5), 238-243. <https://doi.org/10.1890/1540->

[9295\(2006\)004\[0238:EVOTPC\]2.0.CO;2](#)

Costa, A., Silva, B., Jiménez-Navarro, G., Barreiro, S., Melguizo-Ruiz, N., Rodríguez-Pérez, J., Vasconcelos, S., Beja, P., Moreira, F. & Herrera, J. (2020). Structural simplification compromises the potential of common insectivorous bats to provide biocontrol services against the major olive pest *Prays oleae*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 287(1), 106708.

<https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106708>

Costa, P., Medinas, D., Silva, B., Mira, A., Guiomar, N., Sales-Baptista, E., Ferraz-de-Oliveira M., Simões, M., Belo, A. & Herrera, J. (2019). Cattle-driven forest disturbances impact ensemble composition and activity levels of insectivorous bats in Mediterranean wood pastures.

Agroforestry Systems, 93, 1687-1699. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0275-x>

Cruz-Parrado, K., Moreno, G. & Sánchez, F. (2018). Dieta de *Saccopteryx leptura* (Chiroptera: Emballonuridae) en un área exurbana del piedemonte llanero colombiano. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(2), 138-142. <http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.3255>

Chacón, J., & Ballesteros, J. (2019). Mejor condición corporal de *Artibeus lituratus* en fragmentos de bosque seco asociados a sistemas silvopastoriles que en sistemas convencionales de ganadería en Córdoba, Colombia. *Oecologia Australis*, 23(3), 589-605.

<https://doi.org/10.4257/oeco.2019.2303.16>

Chazdon, R., Harvey, C., Martínez-Ramos, M., Balvanera, P., Stoner, K., Schondube, J., Avila Cabadilla, L.D. & Flores-Hidalgo, M. (2011). Seasonally dry tropical forest biodiversity and conservation value in agricultural landscapes of Mesoamerica. In Dirzo, R., Young, H.S., Mooney, H.A. & Ceballos G. (Eds.), *Seasonally dry tropical forests* (pp. 195-219). Island Press/Center for Resource Economics. https://doi.org/10.5822/978-1-61091-021-7_12

Downs, N., & Sanderson, L. (2010). Do bats forage over cattle dung or over cattle? *Acta Chiropterologica*, 12(2), 349-358. <https://doi.org/10.3161/150811010X537936>

Ellis, E., Goldewijk, K., Siebert, S., Lightman, D. & Ramankutty, N. (2010). Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography*, 19(5), 589-606.

<https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00540.x>

Escobar, L. E., Peterson, A. T., Favi, M., Yung, V., & Medina-Vogel, G. (2015). Bat-borne rabies in Latin America. *Revista del Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*, 57(1), 63-72.

<https://doi.org/10.1590/S0036-46652015000100009>

Estrada-Villegas, S. & Ramírez, B. (2013). Bats of Casanare, Colombia. *Chiroptera Neotropical*, 19(3), 1-13. <https://n9.cl/kmwn>

Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., Amaya, P., Arevalo, P., Cortes, J., Pacheco, D., & Soler, D. (2017). Lista roja de ecosistemas de Colombia (Vers. 2.0). Pontificia Universidad Javeriana; Conservación Internacional Colombia. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10861.08165>

- Fey, R., Malavasi, U. & Malavasi, M. (2015). Silvopastoral system: a review regarding the family agriculture. *Revista de Agricultura Neotropical*, 2(2), 26-41.
<https://doi.org/10.32404/rean.v2i2.265>
- Garcés-Restrepo, M., Giraldo, A., López, C. & Ospina-Reina, N. F. (2016). Diversidad de murciélagos del campus Meléndez de la Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos*, 20(1), 116-125. <https://doi.org/10.17151/bccm.2016.20.1.9>
- Gras, P., Tscharrntke, T., Maas, B., Tjoa, A., Hafsaah, A. & Clough, Y. (2016). How ants, birds and bats affect crop yield along shade gradients in tropical cacao agroforestry. *Journal of Applied Ecology*, 53(3), 953-963. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12625>
- Harvey, C. A. & González-Villalobos, J. A. (2007). Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodiversity and Conservation*, 16, 2257-2292. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9194-2>
- Harvey, C., Komar, O., Chazdon, R., Ferguson, B., Finegan, B., Griffith, D., Martínez-Ramos, M., Morales, H., Nigh, R., Soto-Pinto, L., Van Breugel, M. & Wishnie, M. (2008). Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican hotspot. *Conservation Biology*, 22(1), 8-15. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00863.x>
- Hernández-Leal, F., Sánchez, F. & Lizcano, D. J. (2021). Murciélagos insectívoros aéreos en un paisaje ganadero del piedemonte llanero colombiano. *Biota Colombiana*, 22(1), 15-33. <https://doi.org/10.21068/c2021.v22n01a11>
- IDEAM, MADS & UDCA. (2015). Síntesis del estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia - 2015. MADS- IDEAM - MADS. <https://n9.cl/h0vr>
- Jones, G. & Rydell, J. (2003). Attack and defense: interactions between echolocating bats and their insect prey. In T. H. Kunz & M. B. Fenton (Eds.), *Bat ecology* (pp. 301-345). The University of Chicago Press. <https://n9.cl/nejf>
- Kalka, M. & Kalko, E. (2006). Gleaning bats as underestimated predators of herbivorous insects: diet of *Micronycteris microtis* (Phyllostomidae) in Panama. *Journal of Tropical Ecology*, 22(1), 1-10. <https://doi.org/10.1017/S0266467405002920>
- Karp, D. S. & Daily, G. (2014). Cascading effects of insectivorous birds and bats in tropical coffee plantations. *Ecology*, 95(4), 1065-1074. <https://doi.org/10.1890/13-1012.1>
- Kemp, J., López-Baucells, A., Rocha, R., Wangenstein, O. S., Andriatafika, Z., Nair, A. & Cabeza, M. (2019). Bats as potential suppressors of multiple agricultural pests: A case study from Madagascar. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 269, 88-96. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.09.027>
- Kunz, T., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T. & Fleming, T. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1), 1-38.

<https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>

Kunz, T., Whitaker, J. & Wadanoli, M. (1995). Dietary energetics of the insectivorous Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis*) during pregnancy and lactation. *Oecologia*, 101(4), 407-415. <https://doi.org/10.1007/BF00329419>

Lee, D., Papes, M. & van den Bussche, R. (2012). Present and potential future distribution of common vampire bats in the Americas and the associated risk to cattle. *PLoS ONE*, 7(8), e42466. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042466>

Lerner, A., Zuluaga, A., Chará, J., Etter, A. & Searchinger, T. (2017). Sustainable cattle ranching in practice: moving from theory to planning in Colombia's livestock sector. *Environmental Management*, 60 (2), 176-184. <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0902-8>

Lobova, T., Geiselman, C. & Mori, S. (2009). Seed dispersal by bats in the Neotropics. The New York Botanical Garden Press. <https://n9.cl/ybz2t>

Long, R., Kiser, W. & Kiser, S. (2006). Well-placed bat houses can attract bats to Central Valley farms. *California Agriculture*, 60(2), 91-94. <https://escholarship.org/uc/item/9bs900wj>.

Maas, B., Clough, Y. & Tschardtke, T. (2013). Bats and birds increase crop yield in tropical agroforestry landscapes. *Ecology Letters*, 16(12), 1480-1487. <https://doi.org/10.1111/ele.12194>.

Maas, B., Karp, D., Bumrungsri, S., Darras, K., Gonthier, D., Huang, J., Lindell, C., Maine, J., Mestre, L., Michel, N., Morrison, E., Perfecto, I., Philpott, S., Sekercioglu, C., Silva, R., Taylor, P., Tschardtke, T., Van Bael, S., Whelan, C. & Williams-Guillén, K. (2015). Bird and bat predation services in tropical forests and agroforestry landscapes. *Biological Reviews*, 91(4), 1081-1101. <https://doi.org/10.1111/brv.12211>

Maas, B., Tschardtke, T., Tjoa, A., & Anshary, A. (2018). Effects of ecosystem services provided by birds and bats in smallholder cacao plantations of central Sulawesi. Göttingen University Press. <https://n9.cl/7gqec>

Maxwell, M., Freire de Carvalho, M., Hoet, A., Vigilato, M., Pompei, J., Cosivi, O. & del Rio Vilas, V. (2017). Building the road to a regional zoonoses strategy: A survey of zoonoses programmes in the Americas. *PLoS ONE*, 12(3), 1-19. . <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174175>

Mora, M., Ríos, L., Ríos, L. & Almario, J. (2017). Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. *Ingeniería y Región*, 17, 1-12. <https://doi.org/10.25054/issn.2216-1325>

Morales-Martínez, D., Rodríguez-Posada, M., Fernández-Rodríguez, C., Calderón-Capote, M. & Gutierrez-Sanabria, D. (2018). Spatial variation of bat diversity between three floodplain-savanna ecosystems of the Colombian Llanos. *Therya*, 9(1), 41-52. <https://doi.org/10.12933/therya-18-537>.

Morrison, E. & Lindell, C. (2012). Birds and bats reduce insect biomass and leaf damage in tropical forest restoration sites. *Ecological Applications*, 22(5), 1526-1534. <https://doi.org/10.1890/11->

1118.1.

- Pérez-Torres, J., Sánchez-Lalinde, C. & Cortés-Delgado, N. (2009). Murciélagos asociados a sistemas naturales y transformados en la Ecorregión Eje Cafetero. En J. M. Rodríguez, J. C. Camargo, J. Niño, A. M. Pineda, L. M. Arias, M. A. Echeverry & A. Miranda (Eds.), Valoración de la biodiversidad en la Ecorregión del Eje Cafetero. Publiprint Ltda. <https://n9.cl/y1rbt>.
- Peri, P., Dube, F. & Varela, A. (2016). *Silvopastoral Systems in Southern South America*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24109-8>.
- Puig-Montserrat, X., Torre, I., López-Baucells, A., Guerreiri, E., Monti, M., Ràfols-García, R., Ferrer, X., Gisbert, D. & Flaquer, C. (2015). Pest control service provided by bats in Mediterranean rice paddies: linking agroecosystems structure to ecological functions. *Mammalian Biology*, 80(3), 237-245. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2015.03.008>.
- Racero-Casarrubia, J., Pinedo-Hernández, J., Ballesteros-Correa, J. & Marrugo-Negrete, J. (2017). Metales pesados en especies de murciélagos (Quiróptera) asociados a una finca bajo manejo silvopastoril en el departamento de Córdoba, Colombia. *Acta Zoologica Mexicana*, 33(1), 45-54. <https://n9.cl/fr6ju>
- Ramankutty, N., Graumlich, L., Achard, F., Alves, D., Chhabra, A., DeFries, R., Foley, J., Geist, H., Houghton, R., Goldewijk, K., Lanbin, E., Millington, A., Rasmussen, K., Reid, R. & Turner, B.. (2006). Global Land-Cover Change: Recent Progress, Remaining Challenges. In E. F. Lambin & H. J. Geist (Eds.). *Land-use and land-cover change* (pp. 9-39). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-32202-7_2
- Ramírez-Chaves, H., Noguera-Urbano, E. & Rodríguez-Posada, M. (2013). Mamíferos (Mammalia) del departamento de Putumayo, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 37(143), 263-286. <https://racefyn.co/index.php/racefyn/article/view/9/9>
- Ramírez-Mejía, A., Urbina-Cardona, J. N. & Sánchez, F. (2020). Functional diversity of phyllostomid bats in an urban-rural landscape: a scale-dependent analysis. *Biotropica*, 52(6), 1168-1182. <https://doi.org/10.1111/btp.12816>
- Reeder, D. & Moore, M. (2013). White-nose syndrome: a deadly emerging infectious disease of hibernating bats. In R. A. Adams & S. C. Pedersen (Eds.). *Bat Evolution, Ecology, and Conservation* (pp. 413-434). Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7397-8_20
- 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). In H. H. Genoways & R. J. Baker (Eds.). *Contributions in Mammalogy: a memorial volume honoring* (pp. 237-248). Museum of Texas Tech University.
- Romero-Ruiz, M., Flantúa, S., Tansey, K. & Berrio, J. (2012). Landscape transformations in savannas of northern South America: Land use/cover changes since 1987 in the Llanos Orientales

- of Colombia. *Applied Geography*, 32(2), 766-776. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.08.010>.
- Rosenzweig, M. L. (2003). *Win-win ecology: how Earth's species can survive in the midst of human enterprise*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1017/S0030605304210419>.
- Sánchez, F. (2011). La heterogeneidad del paisaje del borde norte de Bogotá (Colombia) afecta la actividad de los murciélagos insectívoros. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 14(1), 71-80. <https://doi.org/10.31910/rudca.v14.n1.2011.759>.
- Sánchez, F. (2017). Murciélagos de Villavicencio (Meta, Colombia): evaluación preliminar de su diversidad trófica y servicios ecosistémicos. *Boletín Científico, Centro de Museos, Museo de Historia Natural*, 21(1), 96-111. <https://doi.org/10.17151/bccm.2017.21.1.8>
- SINCHI, I. A. (2007). Balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente de la amazonia colombiana 2006. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas –Sinchi. <https://n9.cl/z5u8>
- Sociedad Colombiana de Mastozoología. (2017). Lista de referencia de especies de mamíferos de Colombia. Versión 1.2. SIP Colombia. Conjunto de datos/Lista de especies. <http://doi.org/10.15472/k11whs>.
- Thompson, R., Mitchel, G. & Burns, R. (1972). Vampire bat control by systemic treatment of livestock with an anticoagulant. *Science*, 177(4051), 806-808. <https://doi.org/10.1126/science.177.4051.806>
- Tschapka, M. & Dressler, S. (2002). Chiropterophily: on bat-flowers and flower-bats. *Curtis's Botanical Magazine (Series 6)*, 19(2), 114-125. <http://www.jstor.org/stable/45065530>
- Tuttle, M. D., Kiser, M., & Kiser, S. (2004). *The bat house builder's handbook*. Bat Conservation International.
- UNEP. (2010). *Latin America and the Caribbean: Environment Outlook-GEO LAC 3*. United Nations Environment Programme. <http://hdl.handle.net/20.500.11822/8663>
- Vela-Vargas, I. & Pérez-Torres, J. (2012). Murciélagos asociados a remanentes de bosque seco tropical en un sistema de ganadería extensiva (Colombia). *Chiroptera Neotropical*, 18(1), 1089-1110. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-464684>.
- Whitaker, J. (1995). Food of the big brown bat *Eptesicus fuscus* from maternity colonies in Indiana and Illinois. *The American Midland Naturalist*, 134(2), 346-360. <https://doi.org/10.2307/2426304>.
- Williams-Guillén, K., Perfecto, I. & Vandermeer, J. (2008). Bats limit insects in a Neotropical agroforestry system. *Science*, 320(5872), 70. <https://doi.org/10.1126/science.1152944>