

Murciélagos, adaptaciones e interacciones ecológicas



**Ma. Concepción
López Téllez**

**Ángel Alonso
Romero López**

**Antonio
Fernández Crispín**

Facultad de Ciencias Biológicas BUAP

concepcion.lopez@correo.buap.mx

Dentro de los mamíferos se encuentran los murciélagos que pertenecen al orden Chiroptera, este nombre deriva de la raíz griega kheirós-mano y ptéron-ala, significa “mamíferos con manos convertidas en alas”. Este grupo de vertebrados han desarrollado diferentes adaptaciones que han derivado en especializaciones morfológicas, fisiológicas y alimentarias, dando como resultado en una gran variedad de formas y estilos de vida, permitiéndoles adecuarse a la heterogeneidad de hábitats presentes en los ecosistemas del planeta incluyendo los ambientes urbanizados (Delgado et al., 2007 ^[6]; Arias-Aguilar et al., 2015 ^[2]; Rodríguez-Aguilar, 2017 ^[15]).

Una de las adaptaciones más sofisticadas que adquirieron es el vuelo, debido al rediseño de su morfología ósea que consiste en un alargamiento de sus extremidades superiores o alas, específicamente de los huesos del antebrazo y la mano con excepción del cubito y el pulgar que han retrocedido (Aguilar y Aréchiga 2011 ^[1]). Además, ambas extremidades superiores (brazo) y anteriores (piernas) están unidas por una membrana delgada que dependiendo de su ubicación va a recibir un nombre en particular (propatagio, dactilopatagio, plagiopatagio y uropatagio) (Figura 1).

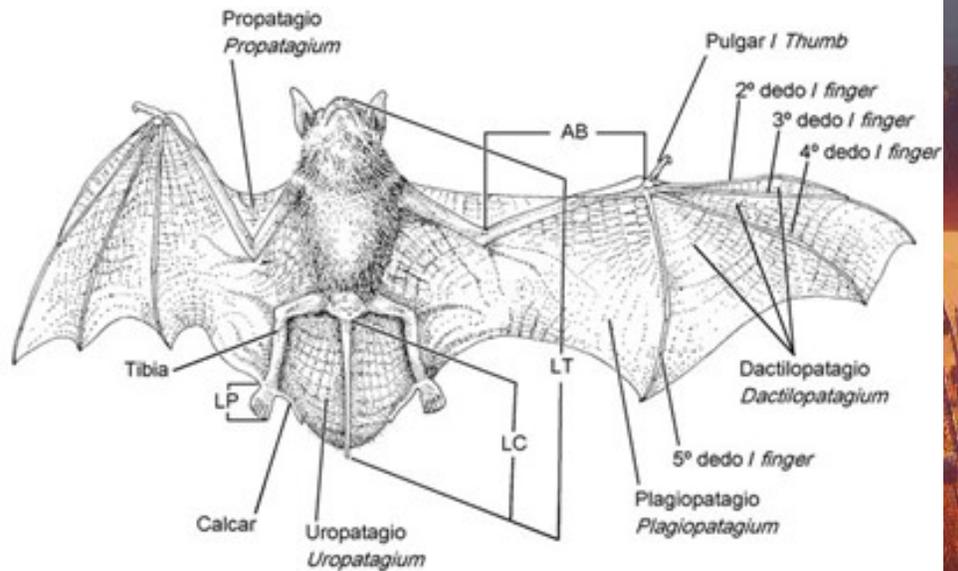
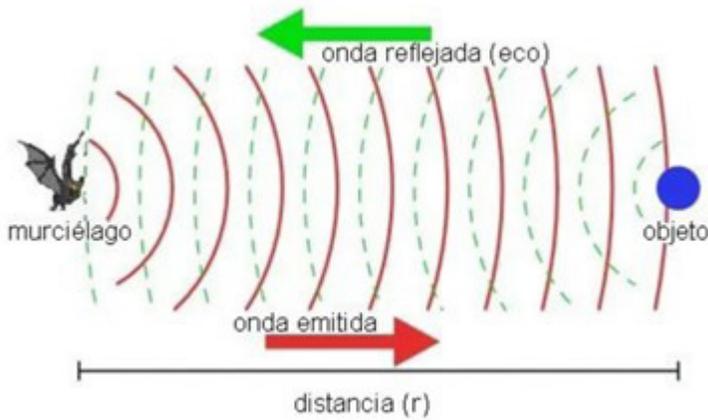


Figura 1. Morfología externa de un murciélago (Tomado de Díaz et al. 2011).

Figura 2. Ejemplo del proceso de ecolocalización en murciélagos (Tomado de Ecología Verde 2024).



Asociado a la adaptación del vuelo se presenta el sistema de ecolocalización donde los murciélagos emiten ondas sonoras por la nariz y la boca que, al impactarse sobre los objetos, emiten ecos que detectan a través de las orejas con membranas especializadas. Por medio de la ecolocalización, los murciélagos obtienen una imagen del espacio para su navegación y logran desplazarse sin problemas durante la noche pudiendo detectar su alimento entre la vegetación (Figura 2). Dependiendo de la especie y los hábitos alimenticios será el tamaño de las orejas. El uso de la ecolocalización les permite a los murciélagos detectar presas que emiten sonidos muy finos, ejecutando maniobras extremadamente complejas siendo el vuelo más eficaz que el de las aves (Ávila-Flores, 2003^[3]).

Los murciélagos son el segundo orden de mamíferos con mayor diversidad de especies, existen aproximadamente más de 1100 especies en el mundo, su distribución es cosmopolita, ocupando diversos hábitats que van desde las altas montañas hasta el nivel del mar. América posee la mayor riqueza de especies de murciélagos y México destaca con 144 especies que pertenecen a siete familias distribuidas a todo lo largo y ancho del territorio nacional (Sánchez-Cordero et al. 2014^[17]).

Los murciélagos han establecido numerosas interacciones ecológicas asociadas a la elección de su alimento, existen especies frugívoras (se alimentan de frutos), insectívoras (se alimentan de insectos), piscívoras (se alimentan de peces), nectarívoras (se alimentan de néctar), carnívoras (cazan ratones, ranas, reptiles entre otras presas) y hematófagas (se alimentan de sangre).

Se sabe que el 20% de las especies mundiales de murciélagos son frugívoras. Al alimentarse de frutas de plantas primarias (pioneras) las semillas pasan por el tracto digestivo degradando su testa (capa externa que rodea a las semillas); los murciélagos defecan las semillas ingeridas en las primeras horas de la noche durante el vuelo, dispersándolas en lo que se denomina "lluvia de semillas". Al ser dispersadas, las semillas pueden caer en suelos de áreas naturales conservadas o en áreas deforestadas, éstas van a tener un mayor porcentaje de establecimiento y un alto índice de germinación (por no presentar la testa) comparadas con aquellas semillas que no fueron consumidas por murciélagos, esta interacción entre los murciélagos y los frutos de muchas especies de plantas silvestres es positiva ya que favorece el mantenimiento y la regeneración de los ecosistemas.





Los murciélagos son excelentes dispersores de semillas dentro de ecosistemas degradados, al ser frugívoros se establece con las plantas una interacción ecológica de tipo mutualista, en donde las semillas dispersadas son transportadas a largas distancias obteniendo ventajas como el incremento del flujo génico, menor competencia, disminución de la mortalidad de las semillas por sus depredadores, y su propagación en diversos hábitats (Olea-Wagner et al. 2007 ^[14]). Cerca del 70% de las especies conocidas de murciélagos, se alimentan de insectos. Este tipo de alimentación sucede, gracias al desarrollo eficaz de la detección de las presas a través de la ecolocalización permitiéndoles alimentarse de organismos pequeños. Los murciélagos tienen la capacidad de captar los sonidos de diversos insectos u otros artrópodos pudiendo capturarlos al vuelo en lugares abiertos, sobre el agua, sobre la vegetación del dosel del bosque; pudiendo capturar insectos incluso en zonas de vegetación muy densa. La caza de las diferentes especies de artrópodos tiene ciertas particularidades como el desarrollo de diferentes señales de ecolocalización con una duración de frecuencia e intensidad asociadas al tipo de ambientes donde

forrajean y al tipo de insectos que capturan que pueden ser insectos de cuerpo blando (mariposas nocturnas o polillas) y de cuerpo duro (escarabajos). Los murciélagos, además, presentan algunas adaptaciones para que la captura sea eficiente como son la forma del ala, del cráneo y tipo de dentición (García y Mancina, 2015 ^[10]). Entre murciélagos e insectos se establece una interacción negativa conocida como depredación (uno de los interactuantes muere), la cual resulta ser benéfica y fundamental para el mantenimiento del crecimiento de las poblaciones de sus presas dentro de los ecosistemas. Al alimentarse de estos artrópodos, los murciélagos se convierten en controladores de poblaciones de insectos dañinos en los sistemas naturales y en los cultivos agrícolas importantes en la producción de alimentos. El uso y protección de los murciélagos insectívoros es fundamental para las propuestas de manejo integral de plagas de los cultivos, ya que, debido a su tipo de alimentación, benefician a los agro-sistemas, así como a los ecosistemas naturales aledaños pudiendo no utilizar agroquímicos y pesticidas, generando con ello beneficios económicos, sociales y de salud (García y Mancina, 2015 ^[10]).



Los murciélagos nectarívoros suman aproximadamente el 7% de las especies que se conocen de estos mamíferos. Los murciélagos de lengua larga al alimentarse del néctar introducen su hocico alargado en las flores y durante este proceso se impregnan de polen en la cabeza, hocico y cuerpo para posteriormente visitar otra flor y de esta manera transportan el polen a otras flores permitiendo la polinización cruzada y con ello favorecer la reproducción sexual y el intercambio genético de las plantas de las que se alimentan, dando a un gran número de plantas una mayor resistencia ante los cambios en el ambiente, a enfermedades y a las plagas (Gándara-Fierro et al., 2006 ^[9]). La polinización es una de las funciones ecológicas más importantes realizada por los murciélagos, dicha interacción es mutualista donde la planta y el polinizador obtienen beneficios, el primero al invertir energía en la producción de flores con olores para garantizar la polinización cruzada y el segundo en la obtención de alimento de alto nivel energético (Occhipinti, 2013 ^[13]). En ambientes desérticos las plantas han desarrollado estrategias para ser polinizadas por los murciélagos, debido a las altas temperaturas durante el día, las flores abren en la noche garantizando así la polinización por murciélagos, pudiendo producir frutos y semillas. Dentro de las plantas que se ven favorecidas por esta interacción se encuentran las cactáceas columnares y los agaves, los cuales tienen una importancia biológica, económica y cultural.

La importancia económica de la polinización de cactáceas y agaves por murciélagos se debe a la producción de pulque, tequila y mezcal, así como a la producción de frutos como el pitayo. Muchas especies de plantas dependen por completo de los murciélagos para su reproducción por lo que han desarrollado diversas estrategias para garantizar la polinización conocidas como “síndrome quiropterófilo” (Vega-Montes et al., 2024 ^[19]).





En el caso de los murciélagos con especialización carnívora, únicamente el 3% de las especies conocidas consumen pequeños anfibios, reptiles, aves, roedores, murciélagos y peces (Medellín et al., 1997 ^[12]). Al igual que los murciélagos insectívoros son considerados reguladores de poblaciones de estos vertebrados, así como bioindicadores del estado de conservación del hábitat, ya que dependen de él para encontrar refugio y alimento. Cabe destacar que la alimentación piscívora es considerada una especialización de alimentación carnívora, las adaptaciones que presentan los murciélagos que se distribuyen en el centro de México hacia Argentina son presentar talla grande, desarrollo de la arcada dentaria, extremidades posteriores

largas, robustas, con calcáneos bien desarrollados, uñas largas y comprimidas lateralmente que disminuyen el rozamiento con el agua y que les facilita la captura de peces, además del sistema de ecolocalización con el que detectan la turbulencia que crean los cardúmenes de peces sobre la superficie de agua (Mancina y García 2015 ^[10]). Son especies raras y poco abundantes, siendo por lo tanto fundamental su presencia en los ecosistemas.

Finalmente, solo tres especies de murciélagos en todo el mundo son hematófagos, este tipo de alimentación es muy especializado por lo que existen adaptaciones muy sofisticadas para poder consumir sangre. Por ejemplo, su sistema digestivo se caracteriza por poseer un estomago

tubular y el tracto gastrointestinal en forma de "T" el cual se puede distender, su cerebro tiene una capacidad integradora, sus incisivos superiores internos son de forma triangular, puntiagudos con márgenes cortantes extendidos posterior y lateralmente. Durante su mordedura retiran pequeños pedazos de piel en forma de U, logrando hacer un corte de unos 5 mm de diámetro y de 1 a 5 mm de profundidad rompiendo pequeños vasos para que brote la sangre. Para evitar la coagulación lengüetean la herida ya que su saliva posee una sustancia denominada desmoquinasa (proteína) que retarda el proceso de coagulación durante su alimentación (Sodré, 2010 ^[18]).



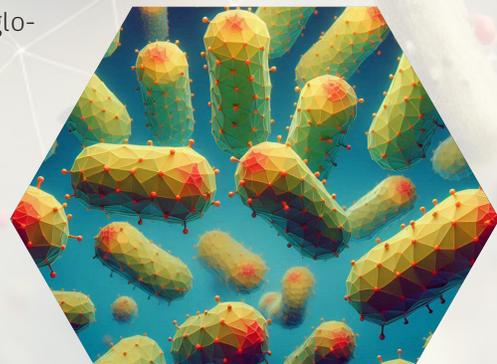
Durante su forrajeo el murciélago hematófago, hace un vuelo de reconocimiento donde examinan y seleccionan a su presa, analizando la accesibilidad a la misma, seleccionando a los organismos más dóciles y que duermen en la periferia. Tienen la capacidad de detectar emisiones de calor de infrarrojo, gracias al sensor de calor situado en el área vomeronasal en fosas aisladas térmicamente (órgano de Jacobson), el cual ayuda a detectar la zona con los puntos más calientes por donde los vasos sanguíneos están más cerca de la superficie de la piel (Bernard, 2005 ^[4]). La selección de la parte del animal para alimentarse pueden realizarla aterrizando directamente sobre el cuerpo de la presa o sobre el suelo, próximo a ella. Durante su alimentación puede ingerir de 15 a 25 ml de sangre y eliminan orina como mecanismo para obtener mayor consumo de alimento y poder alzar el vuelo en caso de ser necesario, tienen la capacidad de reabrir heridas del mismo animal de noches anteriores.



Generalmente se alimentan de sangre de aves y mamíferos silvestres en condiciones naturales, sin embargo, la ampliación de la frontera ganadera y la presencia de especies de animales domésticos en zonas rurales de fácil acceso han provocado que tengan preferencias por ellas, registrándose mordidas en bovinos, equinos, caprinos, porcinos, ovinos, aves, perros y humanos. Esto último, ha ocasionado pérdidas económicas, ya que los animales mueren por anemia o por rabia parálitica bovina (enfermedad que impide el movimiento y termina con la vida del animal). Los murciélagos hematófagos, si padecen la enfermedad de la rabia, pueden transmitirla por medio de su mordida, ya que su saliva excreta el virus responsable.



En el caso de la rabia desde el año 2020 se incluyó en la hoja de ruta 2021-2030 de la Organización Mundial de la Salud (OMS) como enfermedad zoonótica (enfermedad infecciosa que “brinca” entre distintas especies de animales) y requiere la coordinación de estrategias de mitigación a niveles regionales, nacionales y globales (Vigilancia Epidemiológica de la Rabia [VERA], 2020 ^[20]).



La interacción ecológica de los murciélagos en su relación con la transmisión de enfermedades se considera importante ya que es un proceso de coevolución (cambios que suceden a la par en dos grupos biológicos) de los receptores celulares y las vías bioquímicas de diversos virus asociados a los murciélagos, permitiendo de esta manera que su interacción haya logrado la capacidad de transmitirlos. Las hipótesis que explican los diferentes brotes de enfermedades durante el proceso de desarrollo de la humanidad indican que los murciélagos y los virus como el Marburg, Ébola, Nipha, Enipavirus, SARS, entre otros han convivido durante millones de años, siendo hospederos naturales. Sin embargo, en los ambientes perturbados por el hombre, en donde se restringen las áreas de distribución de los murciélagos y se satura de ganado, las posibilidades de encuentro entre ellos se reducen y esto provoca una mayor probabilidad de que sucedan enfermedades zoonóticas; enfermedades nuevas para las cuales no existe ningún mecanismo inmunitario de defensa provocando grandes pandemias o zoonosis (Calisher et al. 2006 ^[5]).

A pesar de esto y debido a las adaptaciones que presentan por su forma de alimentación, hoy en día se están realizando estudios para analizar las propiedades de la saliva de estos mamíferos. Se ha detectado que la enzima desmoteplasa o DSPA es una alternativa para el tratamiento de los derrames cerebrales, de igual forma se analiza el uso de la desmoquinasa para tratamientos de pacientes

hemofílicos, así como la sustancia que anestesia la piel o activador del plasminógeno (glucoproteína que actúa en la disolución de coágulos sanguíneos) (Liberatore et al. 2003 ^[11]); de igual forma y en el caso de las zoonosis, los murciélagos son un grupo de organismos atractivo para la investigación de su sistema inmunológico y el papel que juegan en la evolución de los ciclos epidemiológicos, procesos terapéuticos y de control para las enfermedades que se transmiten (Aguilar y Aréchiga, 2011 ^[1]).

Las interacciones ecológicas que desarrollan los murciélagos en los ecosistemas son fundamentales en la generación de servicios ecosistémicos para la humanidad (polinización, dispersores de semillas, mantenimiento de la estructura vegetal, control biológico, entre otros). Es un grupo sumamente interesante cuyas características y adaptaciones los hacen un grupo para el estudio de temas aplicados en la solución de problemas ambientales y de salud, siendo relevante su manejo y conservación. Desafortunadamente este grupo de vertebrados tan fascinante es sujeto de muchos mitos y percepciones negativas provocando con ello la destrucción de su hábitat y la persecución de todas las especies, sin conocer los beneficios que nos proveen. Es importante establecer mecanismos de divulgación para dar a conocer aspectos de su biología y destacar su asociación en el mantenimiento de los ecosistemas a nivel mundial, lo que se traduce en un beneficio para la humanidad.

REFERENCIAS

1. Aguilar Setién Á., y Aréchiga Ceballos N. (18 de marzo de 2011). *Los murciélagos: ¿héros o villanos?* Ciencia y Luz. <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/murcielagosheroesovillanos/#>
2. Arias-Aguilar, A. Chacón-Madrigal, E., y Rodríguez-Herrera, B. (2015). El uso de los parques urbanos con vegetación por murciélagos insectívoros en San José, Costa Rica. *Mastozoología Neotropical*, 22(2), 229-237.
3. Ávila-Flores, R. (2003). *Habitat use by foraging insectivorous bats in a large urban mosaic*. [Tesis de maestría no publicada]. York University, Toronto, Ontario.
4. Bernard, E. (2005). Morcegos vampiros: sangre, raiva e preconceito. *Ciência Hoje*, 36, 44-9.
5. Calisher, C.H., et al. (2006). Bats: important reservoir hosts of emerging viruses. *Clinical Microbiology Reviews*, 19, 531-545.
6. Delgado M. I. J., Flores Montero G. L., Franger J. G. A., y Machado M. S. S. C. (2007).
7. Diagnóstico rápido de la comunidad de murciélagos del Parque "Negra Hipólita": fauna sinantrópica de la ciudad de Valencia, Venezuela. *Faraute, Ciencia y Tecnología*, 2(2), 26-34.
8. Díaz, M. M., Aguirre, L. F., y Barquez, R. M. (2011). *Clave de identificación de los murciélagos del cono sur de Sudamérica*. ETREUS.
9. Gándara-Fierro G., Correa-Sandoval, A. N., y Hernández-Cienfuegos, C. A. (2006). Valoración económica de los servicios ecológicos que prestan los murciélagos *Tadarida brasiliensis* como controladores de plagas en el norte de México. *Working Papers*, 20065.
10. García Rivera L. y Mancina C. A. (2015). Murciélagos insectívoros. En R. Borroto-Páez y C. A. Mancina (Eds.), *Mamíferos de Cuba* (pp. 149-165).
11. Libatore, G. T., Samson, A., Bladin, C., Schleuning, W. D., y Medcalf, R. L. (2003). Vampire Bat Salivary Plasminogen Activator (Desmoteplase): A Unique Fibrinolytic Enzyme That Does Not Promote Neurodegeneration, *Stroke*, 34(2), 537-543
12. Medellín, L. R. A., Arita, H. T., y O. Sánchez. (1997). Identificación de murciélagos de México. Clave de Campo, *Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publicaciones Especiales*, (2), 83.
13. Occhipinti, A. (2013). Plant coevolution: evidence and new challenges. *Journal of Plant Interactions*, 8, 188-196.
14. Olea-Wagner A., Lorenzo C., Naranjo E., Ortiz D., y León-Paniagua L. (2007). Diversidad de frutos que consumen tres especies de murciélagos (Chiroptera: Phyllostomidae) en la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78, 191-200.
15. Rodríguez-Aguilar, G., Orozco-Lugo, C. L., Vleut, I., y Vázquez, L. B. (2017). Influence of urbanization on the occurrence and activity of aerial insectivorous bats. *Urban Ecosyst*, 20,477-488.
16. Rothschuh, O. U. (14 de marzo de 2022). *Ecolocalización: qué es y animales que la utilizan*. Ecología verde. Recuperado el 5 de julio de 2024. <https://www.ecologiaverde.com/ecolocalizacion-que-es-y-animales-que-la-utilizan-3804.html>
17. Sánchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J. J., Gómez-Rodríguez, R. A., Guevara, L., Gutiérrez-Granados, G., y Rodríguez-Moreno, Á. (2014). Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, S496-S504. <https://doi.org/10.7550/rmb.31688>
18. Sodré, M. M. (2010). Biología do morcego hematófago *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810), pp. 25-39. En I. Kotait, V. S. N. Filho, M.C.A.M Souza et al. (Eds.), *Manual de controle da raiva dos herbívoros* (Manuais, 9). Instituto Pasteur, São Paulo.
19. Vega-Montes De Oca, D., Rodríguez-Gómez, F., y Ramírez Martínez, M. M. (2023). Polinizadores de la noche: murciélagos de una metrópoli. *Therya ixmana*, 3(1),18-20
20. Vigilancia Epidemiológica de la Rabia. (2020). *Vigilancia epidemiológica de la rabia en las Américas*. Organ. Panam. la Salud, 34, 14-42.