

UNA HISTORIA SOBRE MURCIÉLAGOS Y FLORES

Jesús Antonio Rocamontes-Morales¹, Jorge Ortega² y Gabriela Castellanos-Morales^{3*}

¹Doctorado en Ecología y Desarrollo Sustentable, Orientación en Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur. Villahermosa, Tabasco, México. rocamontes.morales@gmail.com.

²Laboratorio de Bioconservación y Manejo, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, Ciudad de México, México. artibeus2@aol.com

³Departamento de Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa. Villahermosa, Tabasco, México. gcastellanos@ecosur.mx.

*Autor de correspondencia

Los murciélagos nectarívoros salen al atardecer y buscan flores para alimentarse. Cuando visitan varias flores, transfieren polen entre ellas, y así facilitan la reproducción de muchas plantas que dependen de esta interacción. Como polinizadores clave, contribuyen al equilibrio y la diversidad de los ecosistemas en los que habitan.

La habilidad que presentan los mamíferos voladores polinizadores de alimentarse de néctar conlleva ciertos cambios morfológicos y metabólicos. Por ejemplo, presentan el sentido del olfato bien desarrollado para encontrar su alimento; hocicos y lenguas muy largas para alcanzar el néctar que se encuentra en el fondo de las flores, además, tienen la capacidad de alimentarse de grandes cantidades de azúcares. Por otro lado, las flores que son polinizadas por murciélagos también tienen características especiales que las hacen atractivas para esos animales, por ejemplo, producen fragancias atrayentes, sus flores son blancas o de colores claros que se abren por las noches y producen grandes cantidades de néctar. Estas relaciones cercanas entre polinizadores y plantas con flor, donde una especie promueve cambios adaptativos en la otra y viceversa, se conoce como "coevolución".

Existen alrededor de 67 especies de murciélagos nectarívoros, de las cuales 12 están presentes en México y dos son endémicas. Se distribuyen en las regiones neotropicales en el continente americano, desde el norte de México, Centroamérica, Los Andes en Sudamérica, las islas del Caribe y en islas cercanas a la costa oeste de México. Estas especies son parte de las subfamilias Glossophaginae y Lonchophyllinae, que pertenecen a la familia Phyllostomidae. Se caracterizan por tener una estructura en forma de hoja en la punta de la nariz y generalmente son de un tamaño pequeño. De la cabeza a la base de la cola miden entre cuatro y nueve centímetros de largo. Mientras que sus alas, de punta a punta, miden entre 25 y 30 centímetros.

También hay murciélagos polinizadores que se alimentan de polen y néctar en las regiones tropicales y subtropicales de África, Asia y Oceanía. Estos murciélagos son de tamaño grande y sus alas pueden llegar a medir hasta un metro de punta a punta. Su gran tamaño les permite cubrir mayor distancia de vuelo, ayudando a la polinización a lo largo de densos bosques y sabanas.

Lista de especies de murciélagos nectarívoros presentes en México con su nombre científico y nombre común. El asterisco indica las especies endémicas de México. Se muestra su estado de conservación de acuerdo a los datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (LC = preocupación menor, EN = en peligro, NT = amenazada, VU = vulnerable).

Nombre científico	Nombre común	UICN
<i>Anoura geoffroyi</i>	Murciélago rabón de Geoffroy	LC
<i>Choeronyctus godmani</i>	Murciélago lengüetón de Godman	LC
<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago trompudo mexicano	NT
<i>Glossophaga commissarisi</i>	Murciélago lengüetón de Commissaris	LC
<i>Glossophaga leachii</i>	Murciélago lengüetón gris	LC
<i>Glossophaga morenoi</i> *	Murciélago lengüetón de Xiuhtepéc	LC
<i>Glossophaga mutica</i>	Murciélago lengüetón de Merriam	LC
<i>Hylonycteris underwoodi</i>	Murciélago lengua larga	LC
<i>Leptonycteris curasoae</i>	Murciélago hocicudo de Curazao	VU
<i>Leptonycteris nivalis</i>	Murciélago maguero mayor	EN
<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	Murciélago maguero menor	NT
<i>Musonycteris harrisoni</i> *	Murciélago platanero	VU

Para entender cómo es que existe una gran diversidad de murciélagos, debemos volver atrás en el tiempo. Hace aproximadamente 52.5 millones de años, durante la época conocida como Eoceno, aparecieron los primeros murciélagos. El fósil más antiguo que se conoce pertenece a los murciélagos del género *Icaronycteris*. Estos ancestros de los murciélagos modernos eran pequeños, apenas del tamaño de una mano humana. Como algunas especies modernas, ya poseían la capacidad de vuelo verdadero; es decir, podían impulsarse en el aire con sus alas a través de la fuerza de sus músculos, similar a las aves.

La forma de los dientes en los mamíferos nos dice mucho sobre su alimentación, por ejemplo, los que se alimentan de carne tienen dientes puntiagudos para desgarrar, mientras que los que se alimentan de plantas tienen dientes planos. En el caso de estos murciélagos ancestrales, la forma de sus dientes sugiere que estos mamíferos alados primitivos probablemente eran insectívoros, ya que poseían dientes puntiagudos y afilados ideales para capturar y triturar insectos. Es curioso que los murciélagos se encuentren más cercanamente emparentados con los ungulados (animales con astas, como los venados) que con los roedores, como podría pensarse inicialmente por su tamaño y forma.

A diferencia de los murciélagos modernos, cuyos dientes están especializados para adaptarse a diferentes dietas (insectos, frutas, néctar, entre otros), los dientes de *Icaronycteris* eran menos especializados. Esta falta de especialización sugiere

y que con el tiempo permitió la diversificación de hábitos alimenticios en sus descendientes. La forma de sus patas, con garras curvas y tendones que se enganchan al relajarse, indica la posibilidad de que durmieran colgados de cabeza en ramas, o salientes rocosas, como las especies actuales. La capacidad de vuelo verdadero, y la versatilidad de estos murciélagos, facilitaron su rápida diversificación (surgimiento de muchas especies en un periodo de tiempo relativamente corto) y su adaptación a diversas condiciones ambientales.

En paralelo con la aparición de los murciélagos, otro evento importante estaba ocurriendo: la diversificación de las plantas con flor (angiospermas), lo cual ocurrió entre 100-50 millones de años atrás. Uno de los puntos clave de la diversificación de las plantas con flor, es su relación con organismos polinizadores; no solo con los murciélagos, sino con aves como colibríes y con insectos como abejas y mariposas. A partir del período Cretácico (hace 200 millones de años), empezaron a diversificarse grupos de importantes polinizadores como los dípteros (moscas, mosquitos, etc.), los lepidópteros (mariposas), y mucho más tarde en el tiempo, los mamíferos como los murciélagos nectarívoros.

Un ejemplo de organismos recientes que demuestra la estrecha relación evolutiva estrecha entre dos o más especies, se observa entre los murciélagos nectarívoros de la subfamilia Glossophaginae con los agaves que son polinizados por estos murciélagos. Se sabe que este género de plantas es joven y su aparición se estima hace 4.6-12.3 millones de años; contando en la actualidad con cerca de 211 especies de agaves distintas descritas para la familia



Ejemplar de murciélago lengüetón hembra (*Glossophaga mutica*), se aprecia la presencia de la hoja nasal. Observado en el estado de Tabasco, México. Fotografía: Jesús Antonio Rocamontes-Morales.

Los agaves, que se distribuyen en México y el sur de Estados Unidos de América, son especies clave para el ambiente, ya que proveen alimento y refugio a una gran variedad de especies de fauna, incluidos los murciélagos, que a su vez son sus principales polinizadores. Estas plantas tienen flores que emiten un olor característico para atraer a los murciélagos polinizadores, resultado de una evolución conjunta. La diversificación de especies de la subfamilia Glossophaginae, que incluye a los géneros *Glossophaga*, *Leptonycteris*, *Anoura*, *Choeronyctus*, *Musonycteris* y *Choeronycteris*, coincide con la diversificación de los agaves y está estimado que ocurrió hace 6.3-16.2 millones de años. Esta superposición temporal, y la intrincada relación que tienen estas plantas con los murciélagos, es la base de la hipótesis que señala que estos grupos han evolucionado de manera recíproca.

Por tanto, la relación que tienen estos mamíferos con las flores, hace que tengan una función muy importante como polinizadores en el medio ambiente. Por ejemplo, algunas especies tienen la capacidad de volar largas distancias

en busca de alimento, lo cual los convierte en polinizadores efectivos. Particularmente, los murciélagos magueyeros, del género *Leptonycteris*, se alimentan principalmente del néctar de las flores de los agaves que se distribuyen en México y el sur de Estados Unidos de América. Además, la temporada de migración de estas especies coincide con la floración de los agaves.

Durante la temporada de migración del murciélago magueyero menor (*Leptonycteris yerbabuena*) es capaz de volar hasta 50 km diarios, desde las cuevas donde duerme, transportando el polen de una flor a otra. Esto permite que los agaves puedan reproducirse y dispersar su material genético a través de áreas amplias, promoviendo su diversidad genética. Esta interacción es tan importante que, sin los murciélagos, muchas especies de agaves no podrían reproducirse, poniendo en riesgo la biodiversidad local que depende de estas plantas, y también a las comunidades humanas que dependen de los productos derivados de estas plantas, como, por ejemplo: el mezcal y el tequila.

Se ha identificado que algunas especies de agave presentan baja variabilidad debido a que la reproducción se hace de manera asexual dado que la penca o piña se cosecha para la fabricación del mezcal y tequila durante la floración, que es cuando se concentra la mayor cantidad de azúcares necesarias para el proceso de fermentación que da como resultado la producción de alcohol. Esta práctica ha promovido que los murciélagos ya no visiten algunas áreas durante su migración y pone en riesgo, tanto la producción de mezcal y tequila como a los murciélagos que dependen de estos recursos para sobrevivir. Para promover la diversidad de los agaves y la supervivencia de los murciélagos se ha propuesto la iniciativa del sello "Bat friendly" (<https://www.batfriendly.org>), que consiste en dejar algunas inflorescencias de los agaves en áreas en donde se producen a gran escala, para promover que los murciélagos regresen a esas áreas y que los agaves mantengan su diversidad y con ello, su capacidad para responder a enfermedades o cambios en el ambiente.

Además de los agaves, los murciélagos nectarívoros también polinizan otras flores de importancia ecológica y cultural en México, Centroamérica y Sudamérica, como es el caso de las ceibas (*Ceiba pentandra*). Las ceibas son especies de árboles clave para los ecosistemas tropicales, ya que crean microhábitats para varias especies de mamíferos, aves, e insectos. Por ejemplo, los murciélagos lengüetones (*Glossophaga mutica* y *G. soricina*), llamados así por su larga lengua, son especies que se alimentan del néctar de las flores de este árbol. Al alimentarse de las flores de la ceiba, estos mamíferos contribuyen significativamente a su polinización y sirven como fuente de alimento en temporadas secas cuando otras flores no están disponibles. Culturalmente, las ceibas son consideradas árboles sagrados, y entre los mayas representan una conexión entre el cielo, la tierra y el inframundo. Las fibras que se obtienen de las semillas se utilizan para hacer ropa y otros tejidos. Además, la madera de este árbol se utiliza para crear varios objetos. Por último, también tiene usos en la medicina tradicional, donde se utilizan sus hojas y raíces para diferentes remedios.

Otra flor importante en los ecosistemas, que es visitada en las noches por los mamíferos alados, es la que produce la pitahaya o pitayo de México (*Stenocereus queretaroensis*). Esta flor es visitada por múltiples especies de murciélagos nectarívoros (y algunos frugívoros también) de los géneros *Choeronyctus*, *Glossophaga*, y *Leptonycteris*. Aunque el principal polinizador de la flor son las especies de *Leptonycteris*, los otros murciélagos nectarívoros junto a otros frugívoros (como los del género *Artibeus*), consumen las frutas del árbol

y tienen la función de dispersar las semillas de las pitahayas. Por lo tanto, los murciélagos contribuyen al ciclo de vida de las pitahayas polinizando sus flores y dispersando sus semillas. Otros polinizadores de estas plantas son las aves diurnas e insectos, pero son los mamíferos voladores los que aumentan el número, tamaño e incluso el sabor de los pitayos que se producen por árbol. Por lo que, también contribuyen indirectamente a la economía, ya que las frutas son apreciadas por su sabor dulce y, por tanto, consumidas ampliamente.

A pesar de su importante función como polinizadores en los ecosistemas, los murciélagos nectarívoros enfrentan muchas amenazas a su conservación. El cambio climático es una amenaza que enfrentan, al igual que muchas otras especies. Cambios en la temperatura afectan los tiempos de floración, y disrumen la disponibilidad de alimentos para los murciélagos. Si el cambio climático causa que la floración ocurra antes de lo esperado o más tarde, provocaría que los murciélagos encuentren problemas para alimentarse, especialmente durante la migración, o en temporadas de reproducción.

Por último, la actividad humana también perturba a las poblaciones de murciélagos. Acciones como la agricultura, urbanización, la minería, producción de energía (incluyendo a la energía renovable como la eólica), e incluso incursiones en las cuevas donde habitan las especies, afectan a las poblaciones. Además, la percepción negativa que algunas personas tienen de los murciélagos también contribuye a la disminución de sus poblaciones. Al ser asociados con enfermedades o confundidos con vampiros (por ejemplo, con *Desmodus rotundus*), suelen ser eliminados, lo cual impacta directamente a varias especies.

Las poblaciones de estos mamíferos alados enfrentan grandes retos de conservación, que deben convertirse en una prioridad en el presente, para proteger su gran diversidad; así como de las especies florales que buscan para alimentarse. La relación que tienen los murciélagos con las flores que visitan, es clave para el ecosistema y por los servicios que proveen, también son clave para nuestra propia sobrevivencia.

AGRADECIMIENTOS

Reconocemos al Programa de Posgrado de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) y al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por el apoyo al proyecto de doctorado de J. A. Rocamontes-Morales. Extendemos nuestros agradecimientos a la Dra. J. M. Morales Muela por sus observaciones al manuscrito. Agradecemos al Dr. R. Ávila y la Dra. A. Rodas Martínez por su apoyo en campo para el estudio de *Glossophaga mutica*.

LITERATURA CONSULTADA

- Flores-Abreu, I. N., *et al.* 2019. Tempo and mode in coevolution of Agave sensu lato (Agavoideae, Asparagaceae) and its bat pollinators, Glossophaginae (Phyllostomidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 133:176-188.
- Frick, W. F., T. Kingston, y J. Flanders. 2019. A review of the major threats and challenges to global bat conservation. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1469:5-25.
- García-Ruiz, M., *et al.* 2018. Characterization of endozoochorous dispersal of pitayo *Stenocereus queretaroensis*, in Autlán, Jalisco, Mexico. *Ethology Ecology & Evolution* 30:447-460.
- Medellín, R. A., *et al.* 2018. Follow me: Foraging distances of *Leptonycteris yerbabuena* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Sonora determined by fluorescent powder. *Journal of Mammalogy* 99:306-311.
- Morales Damián, M. A. 2006. *Árbol sagrado: Origen y estructura del universo en el pensamiento maya*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Universidad Autónoma de Chiapas. Pachuca, México.
- Moreira-Hernández, J. I., C. A. Calderón-Acevedo, y N. Muchhala. 2021. Fur, Wings, and Flowers: Development and Progress on Nectarivorous Bat Research in the Last 50 Years. Pp. 135-149 *in* 50 Years of Bat Research (Lim B. K., *et al.* eds.). Springer International Publishing. Cham, Switzerland.
- Rietbergen, T. B., *et al.* 2023. The oldest known bat skeletons and their implications for Eocene chiropteran diversification. *PLoS ONE* 18:e0283505.
- Rojas-Sandoval, J., *et al.* 2008. Phenology and pollination biology of *Ceiba pentandra* (Bombacaceae) in the wet forest of south-eastern Costa Rica. *Stapfia* 88:539-545.
- Trejo-Salazar, R.-E., *et al.* 2016. Save our bats, save our tequila: Industry and science join forces to help bats and Agaves. *Natural Areas Journal* 36:523-530.
- Tremlett, C. J., *et al.* 2020. Pollination by bats enhances both quality and yield of a major cash crop in Mexico. *Journal of Applied Ecology* 57:450-45.
- Upham, N. S., *et al.* 2019. Inferring the mammal tree: Species-level sets of phylogenies for questions in ecology, evolution, and conservation. *PLOS Biology* 17:e3000494.
- Van Der Kooi, C. J., y J. Ollerton. 2020. The origins of flowering plants and pollinators. *Science* 368:1306-1308.

Sometido: 15/oct/2024.

Revisado: 23/oct/2024.

Aceptado: 04/nov/2024.

Publicado: 06/nov/2024.

Editor asociado: Dra. Natalia Martín-Regalado.